Populäre Elektronik

G 4460 FX

Juli/August 1977

6

DM 3,–
ös 25,–/sfr 3,50/lfr 52,–



- Leslie-Effekt
- Signal Tracer
- TV-Tonkoppler

1-Kanal-Modul, 1000 W, 220 V . . . . a DM 6,90
ab 10 Stück . . . . a DM 5,80

Mikrofonlichtorgel, 3x 1000 W, 220 V, 3 Kanäle,
Bausatz . . . . DM 39,50
Passendes Gehäuse . . . . DM 9,50
Fertigbaustein . . . . DM 49,20

Pausenkanal, 1000 W, f. sämtl. Lichtorgeln, Bs. DM 12,95

RC-Tongenerator, 35 Hz-40 kHz, Sinus 0,8% Klirrfaktor,
Bausatz . . . . DM 23,50 Passendes Gehäuse . . DM 8,90

Netzteil für RC-TG, Bausatz . . . . DM 8,15

TCA 730/740, Klangregelteil mit IC von Valvo, kompletter Bausatz mit Potentiometer, Stereoausführung . . DM 39,95

Elektorglocke, 8 verschiedene Töne, Bausatz . . DM 29,95

10-Kanal-Lauflicht, 10x 500 W, 220 V, Bausatz DM 52,50
Passendes Gehäuse . . . . DM 9,50

15-W-Hi-Fi-Endstufe, 15 Hz-80 kHz, 0,1% Klirrf. DM 27,50

Netzgerät, 0-22 V stufenlos regelbar, max 2 A,
Bausatz . . . . DM 18,95
Passender Netztrafo, 24 V, 1,7 A . . . . DM 13,95

Halbleiter-Vergleichsliste, 13 000 Halbleiter . . DM 4,95

Lichtschranke mit Relais, 1200 W belasbar, Bs. DM 9,95

Elektron. Würfel, mit roten LED-Anzeigen, Bs. . . DM 9,80
Passendes Gehäuse für Würfel . . . . DM 5,20

3fach-Sirene, auf- u. abschwellender Sireneton, Impulston, Dauerton, mit Endstufe, Bausatz . . . . . . DM 12,95

Sensor-Tip-Schalter mit Relais, zum Ein-/Ausschalten von Geräten, Schaltleistung max. 2600 W, 220 V, Bs. DM 12,55

Telefonverstärker, Fertiggerät . . . . DM 24,95

Elektronischer Nachhall, in jedes Gerät einbaubar, f. Stereo- u. Monogeräte, Hall regelbar, Bausatz . . . DM 23,95

Hallspirale RE-4 DM 15,00 Hallspirale RE-6 DM 11,50

Elektronischer Lesley, Bausatz . . . . . . DM 23,95

Elektronischer Luftpumpe, max. 12 atü, für 12-V-Autoansch . . . . DM 35,95

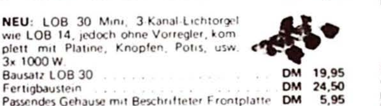
309 K Netzteil für TTL-Stromversorgung, Ausg. 5 V 1 A,
Bausatz . . . . DM 16,95
Passender Netztrafo für Netzteil 309 K . . . . DM 12,85

Funkschalter zur drahtlosen Fernsteuerung, ca. 80 m Reichweite, 220-V-Netzteil eingebaut, mit sender, kpl. DM 89,50

Transistorzündung, 12 V, für Pkw sämtlicher Fabrikate,
Bausatz . . . . DM 27,50

Lichtdimmer, 400 W, zum Unterputzeinbau, betriebsbereit DM 19,95

Cu-kasch. HP-Platten, Sortiment ca. 500 qcm . . DM 2,50
Cu-kasch. HP-Platten, Sortiment 1 kg . . . . . DM 10,00
Mini-Zähler, Funkschau, 10 Hz-5 MHz, Bausatz DM 172,00
Passender Gehäusebausatz für Mini-Zähler . . . DM 24,90
Sinclair-Multimeter DM 2, komplett . . . . . . DM 380,00



Preisschlager aus Eigenimporten:
Digitaluhr mit 6 Funktionen, Edelstahlarmband, verstellbar, Schnellverschluß, 1/2 Jahr Garantie. Stunden, Minuten, Sekunden, Tag, Monat, Datum.
DG-Uhr . . . . DM 49,00
ab 3 Stück . . . . a DM 45,00
Digitallichtorgel, 3 Kanäle, Bs. DM 59,00
Digitallichtorgel, 3 Kanäle, Bst. DM 74,00
Digitallichtorgel, 4 Kanäle, 4x 1000 W,
Bausatz . . . . DM 64,95
Digitallichtorgel, 4 Kanäle, 4x 1000 W,
Fertigbaustein . . . . DM 79,00

LIGHT 2000 das Lichtsteuergerät der Superlative. Das 4kanalige Gerät hat pro Kanal eine Belastbarkeit von 2000 Watt, 4 Triacs auf Fingerkühlkörper. Auf die Grundplatte werden 5 Baugruppen (Module) mit Steckerleisten aufmontiert. Das Light 2000 bietet folgende Möglichkeiten: a) analoge Lichtorgel (frequenzselektiv), b) 4-Kanal-Digitallichtorgel, c) 4-Kanal-Lauflicht mit Hellsteuerung oder Dunkelsteuerung, d) 4-Kanal-Lauflicht mit Musikansteuerung, e) sämtliche oben aufgeführten Variationen können gedimmert werden. Das Light 2000 arbeitet mit Nullpunktsteuerung. Dadurch ist ein vollkommen Störungsfreier Betrieb möglich. Das ideale Gerät für Musiker und Diskotheken, 13seitige Beschreibung. Best. 22 IC, 10 Transistoren, 4 Triacs, 3 Regler, 1 Tastensatz.
Bausatz LIGHT 2000 . . . . DM 198,00
Fertigbaustein . . . . DM 239,00
Platinensatz (6 Stück) mit 13seitiger ausführlicher Beschreibung mit Bauanleitung, Oszillogrammen, usw. . . DM 28,00
Fertiggerät LIGHT 2000 im Profilgehäuse, Kunstleder mit 4 Doppelsteckdosen. Frontpl. (Aluminium. schw.) DM 598,00

Lichtschweller, Frequenz von 0,3-5 Hz stufenlos einstellbar. Die Lichtintensität geht von Dunkel bis volle Helligkeit. Das Licht blinkt also nicht, sondern schwillt langsam an und wieder aus. Die Frequenz dieses Vorganges läßt sich mit einem Potentiometer einstellen. Am Ausgang kann man 220-V-Lampen, max. 1000 W. anschließen. Steuerung durch Triac. Bausatz Lichtschweller . . . . DM 22,50



LO 42, 4-Kanal-Digitallichtorgel mit Selbststeuerung, Pauselicht, 3 Regler für Empfindlichkeit, Lauflichtgeschindigkeit und Umschaltung Digit-Duallauflicht. Bei Mittelstellung ergibt sich die Variante Lauflicht mit Musikansteuerung. Triacsteuerung, pro Kanal 1000 W Spitze belastbar, mit Netzteil, Knöpfen, usw.
Bausatz LO 42, 4-Kanal . . . . DM 76,00
Fertigbaustein LO 42 . . . . DM 89,00
Passendes Gehäuse . . . . DM 9,50
Fertiggerät LO 42 . . . . DM 169,00

LOB 14, 3-Kanal-Lichtorgel, frequenzselektiv, 4 Regler (3 Kanalregler, 1 Vorregler), Sicherung mit Achsen und Knöpfen. Spezial-NF-Übertrager, dadurch spricht diese Lichtorgel bei kleiner Lautstärke voll an. Platine 20 x 5,5 cm. Leistung 3x 1000 W. 220 V.
Bausatz LOB 14 . . . . DM 22,95
Fertigbaustein LOB 14
Passendes Gehäuse mit Frontplatte . . . . . DM 9,50
Betriebsbereites Gehäuse mit LOB 14 . . . . DM 34,50

NEU: LOB 30 Mini, 3-Kanal-Lichtorgel wie LOB 14, jedoch ohne Vorregler, komplett mit Platine, Knöpfen, Potis, usw. 3x 1000 W.
Bausatz LOB 30 . . . . DM 19,95
Fertigbaustein . . . . DM 24,50
Passendes Gehäuse mit Beschrifteter Frontplatte DM 5,95

LO 77: Lichtorgel wie LOB 14, jedoch komplett mit gestanztem Gehäuse für 3 Einbausteckdosen, NF-Buchse, Netz

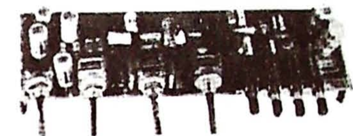
20 W Edwin mit Klangregelteil, 20 W sin., 20 Hz-20 kHz, 0,5% Klirrfaktor, Höhen-Tiefenregelung + 18 dB
Bausatz 20 W Edwin mit Potis Mono . . . . . DM 29,75
Bausatz 20 W Edwin mit Potis Stereo . . . . DM 59,50
Fertigbaustein 20 W Edwin mit Potis . . . . DM 39,95
Netzteil Mono und Stereo . . . . DM 22,50
Stereoentzerrer für 20 W Edwin . . . . . . DM 14,90

30-W-HiFi-Endstufe TE 30
Hi-Fi-30-W-Sinus-Endstufe, 20 bis 20 kHz, 0,8%, 1 V/50 K, Betriebssp. 30-40 V, 7 Halbleitern, NTC usw.
Bausatz TE 30 . . . DM 29,85
2 Stück . . . . . . DM 55,00
Mononetzteil . . . . DM 22,50
Stereonetzteil . . . DM 28,50

40-W-Edwin-Endstufe, 1000fach bewährt, kurzschlußfest, keine Ruhestromeinstellung, 25 Hz-1,2 MHz, 0,1% Klirrfaktor, 1V/50 kOhm, Betriebsspannung 42 V.
Bausatz 40 W Edwin . . . . DM 39,50
2 Stück . . . . DM 77,00
Mononetzteil . . . . DM 34,50
Stereonetzteil . . . . DM 45,50

100-W-EQUA-Verstärker, 20 Hz-60 kHz, Klirrfaktor kleiner 0,07%!, dauerkurzschlußsicher, Betriebsspannung 60-80 V, 14 Halbleiter, Hochleistungskühlkörper, U eing. 0,5 V.
100-W-Endstufe, Bausatz . . . . DM 55,00
Fertigbaustein EQUA 100 geprüft . . . . . DM 88,00
. . . DM 52,00 Stereo . . . DM 74,00

Hochwertiger Stereo-Verstärker 100
Stereo-Vorverstärker für sämtliche Endstufen geeignet. 4 Umschaltbare Eingänge für Tonband, Tuner magn. Plattenspieler, frei. Lautstärke, Höhen, Tiefen, Balanceregler u. Drucktasten auf der Platine. Höhen Tiefenregelung + 20 dB. 15 bis 70 kHz. 25-60 V



Bausatz Vorverstärker 100 mit Potis und Tasten . . DM 59,50



Klangfilterplatine KBK
4 Tasten für Rausch-Rumpel-Sprache Basisbreite, Poti für Basisbreite, mit Kopfhörerausg., 14 Halbleiter.
Bausatz KBK . . DM 33,95

HOLZHAUER informiert !

74...TTL			
7400	-,66	7486	1,20
7402	-,66	7490	1,85
7403	-,66	7492	1,85
7404	-,74	7493	1,85
7408	-,74	7495	2,90
7413	1,20	74107	1,25
7416	1,05	74121	1,35
7420	-,66	74123	3,20
7430	-,68	74124	4,45
7440	-,69	74126	1,45
7442	2,35	74132	2,50
7447	3,45	74141	3,15
7454	-,66	74160	4,90
7472	1,10	74164	5,80
7473	1,15	74174	5,85
7474	1,25	74175	4,40
7475	1,90	74184	7,40
7485	4,55	74185	7,40
		74279	2,95

OPTO

CQY 91, 13 mm	6,85
DL 707 o.ä. 8mm	4,30
LED, 3mm rot	-,65
LED, 5mm rot	-,65

ANSTEUER-IC's für LED

UAA 170	7,50
UAA 180	7,50

WIDERSTÄNDE E12 1/4W

Einz.22 -10M à	-,09
Sortiment 69x10	49,--

OTENTIOMETER LIN

, 10, 100k, 1M 2,50

UARZE

4,194304 MHZ	4,80
1,00000 MHZ	16,65
100,0000 KHZ	21,00
32KHZ Armbandu..	15,90

SIGNALGEBER

GS2: 52x25x27
GS3: 30x20x15
Spannung 1,5 V
mit Appl.-Ber. 7,44

74C...CMOS			
74C00	1,10	74C48	9,80
74C02	1,10	74C73	2,70
74C04	1,65	74C74	2,80
74C08	1,10	74C86	3,00
74C14	6,75	74C90	4,20
74C30	1,10	74C93	4,20
74C42	8,20	74C95	4,80
		74C107	5,80
		74C221	6,40

LINEARE IC'S

LM 308, DIL 8	4,50
LM 555, DIL 8	2,25
LM 741, DIL 8	1,85
CA 3130, TO 5	4,35
LM 3900, DIL 14	3,75
LM 3909, DIL 8	3,50

LED-TREIBER IC'S

75491	4,80
75492	5,00

40...CMOS

4001	-,85	4016	2,25
4007	-,85	4017	4,20
4011	-,85	4023	-,85
4013	2,25	4027	2,25
4015	4,20	4029	2,25

UHREN IC

MM 5314, DIL 24 13,80

PLEXIGLAS

Abschnitt 200x100	7,00
rot o. rauch 2 St.	12,50

ELEKTRONIK-DURCHGANGSPRÜFER

HG 1 Bausatz	25,00
HG 1 kompl.	34,00
HZ 52 Bausatz	38,00
HZ 52 kompl.	48,00
HZ 52 spannungsfest	

SPANNUNGSREGLER

LM 309K, 5V, 1,2A	6,50
LM 117K, 2-35V, 1,5A	14,90
LM 325, DIL 14, ±15V	10,--
LM 723, DIL 14	2,95
78 LO 5,5V, 100mA	2,10
78 LO 8,8V, 100mA	2,10

IC-SOCKEL

DIL 8	-,75	DIL 24	2,90
DIL 14	-,80	DIL 28	3,20
DIL 16	-,85	DIL 40	4,70

TRANSISTOREN

BC 107	-,70	BC 337	-,80
BC 109	-,75	BC 546	-,85
BC 141	1,45	BC 556	-,95
BC 177	-,75	BD 135	1,38
BC 238	-,55	BD 136	1,40
BC 307	-,65	BD 167	2,40
BC 308	-,60	BD 168	2,65
BC 327	-,85	BF 245	1,30
BF 254 (BF 494)			1,45
2N 3055 RCA o. Mot.			2,95

DIGITAL-VOLTMETER

IC-Satz, kompl. für Digit-Voltmeter, 3 1/2 stellig, Analog- u. Digitteil, Dekoder, Treiber u. Appl.-Bericht 120,00

CHRONOMATIC

Steckdosenschaltuhr 70x70x62, 220V 50 Hz, 10A in 15 Min. Schritten 58,00

BRÜCKENGLEICHRICHTER

B 40 C 3200	2,85
B 40 C 5000	5,25
B 80 C 3200	3,40
B 80 C 5000	6,30

SCHALTER

Miniatur 1xUM	2,45
Miniatur 2xUM	3,85
Taster 1xEIN rot, grün	1,55

TRIMMPOTIS LIN

liegend oder stehend 100, 250, 500, 1,2, 5,5, 10, 25, 50, 100, 250, 500K,

1 St.	-,34
10 St.	3,20
100 St.	29,00

DIODEN

1N4002-4007	-,33
1N4148 o. 1N914	-,11
ZPD 2,7-ZPD 33	-,50

RELAIS (Restposten)

12V, 1xEIN	2,05
12V, 2xUm	5,15

QUARZZEITBASIS

Quarz 3,58 MHZ
Ausgangsfrequenz 60 Hz

Bausatz	20,50
Fertig	25,80

UNI 45

Kleinst-Industrieschaltuhr 45x45 220V/50 Hz 16A 48,00

FARBFERNSEHSPIEL ÜBER ANTENNENEINGANG, (SPIELE, TENNIS, HANDBALL, SQUASH.
FÜR JEDEN SW UND FARBFERNSEHER GEEIGNET LIEFERBAR AB 15.6.1977
Bausatz 99,00 Fertiggerät 128,00

AB SOFORT: ALLE GEHÄUSE, KÜHLKÖRPER, SCHALTER, KNÖPFE, STECKKARTEN DES SCHROFF HOBBY-SETPROGRAMMS LIEFERBAR.
ELEKTOR UND ELO PLATINENSERVICE; ELEKTOR-BÜCHER

DIGITALES UHRENMODUL MA 1002
24-Stundenanzeige, 4-stellig, 12,7 mm
Anzeigeneinheit Netzausfallanzeige
Maße: 35 x 76 x 24 mm 49,80
Spezialtrafo MA 1002 11,00

Drucktaster 1xEin (benötigt werden min. 3, max 6) 1,55
Schalter 1xUm f. Weckeinschaltung 2,45
; GS 93/500 mit Sockelplatte 5,55

CB-FUNK! CB-FUNK! CB-FUNK! CB-FUNK! CB-FUNK! CB-FUNK! CB-FUNK! CB-FUNK! CB-FUNK! CB-FUNK! CB-FUNK!

5W EXP. 23 CH VEKTOR VI	498,00
SENDE- ODER EMPFANGSQUARZ STÜCK	7,00
STEHWELLENMEßBRÜCKE	79,00
2 SC 1760 TREIBERTR.	8,60
AUTOANTENNE	59,00
PAAR	12,00
2 SC 1975 SENDETR.	12,90

Preise in DM/Stück inkl. 11% Mwst. Angebot freibleibend. Zwischenverkauf vorbehalten. Versand ab Lager per Nachnahme zuzüglich Versandspesen. Mindestbestellwert DM 20,00. Datenblätter DM -,40/Blatt, Katalog DM 8,80 + 1,20 Porto. Ladenverkauf 8 - 12 und 14 - 18 Uhr, Samstag 9 - 12 Uhr.



Ingenieur-Büro für Industrieelektronik
Postfach 84 - Glasbachweg 4
7742 St. Georgen Tel. 07724 4219 FS 792405

Party-Set '77
Dreikanallichtorgel 30750 Watt und Lichtschiene mit 3 Fassungen (Wandbef. oder stehend) und dazu drei Scheinwerfer 40W Concentra.

nur 69,– DM
Komplettpreis

DIGITAL THERMOMETER!! Besonders zur Anzeige der Raumtemperatur Anzeige uber 16 LEDs.
Gepr. Baustein nur **DM 29,–!!** Bausatz **DM 25,80**

STEREO-Mischpult SM 2000 Das Mischpult mit den tausend Moglichkeiten! TIEFSTPREIS **DM 129,–**

VU-Meter (LED) Stereo-Version, Anzeige uber 24 LEDs.
Gepr. Baust. **DM 53,–** Bausatz **DM 45,–**
DITO, Mono-Version!!
Baust. **DM 31,50** Bausatz **DM 28,–**

KOJAK-SIRENE Typ "KJS 1", original amerikanische Polizeisirene. Eingebaut in schönen goldfarbenen Hornlautsprecher. Beste Wirkung mit 12 V-Auto-Batt. (Sirene arbeitet von 6-15 V). NUR **DM 79,–!!**
ACHTUNG!! IM STRASSENVERKEHR NICHT ZUGELASSEN!!!

Sireneplatine, fertig bestuckt, gepruft, gleiche Platine wie in o.g. Gerat. "KJS 2" **DM 26,–**

NETZTEILPLATINE, gepruft, Spann. 0-24 V regelb. Strom bis 2 A regelb. Baustein nur **DM 48,–**

NEUERÖFFNUNG WUPPERTAL

BRANDT-ELEKTRONIK CITY EBERFELD
Luisenstr. 22

OER-ERKENSCHWICK

HOBBY FUNK SHOP
Stimbergstr. 196 a

4-Kanal-Lauflicht
fertige funktionsgeprufte Platine, zum Einbau in vorhandene Anlagen geeignet. Schalvermogen pro Kanal: 1200 Watt. Blitzfolge regelbar. Kurzschlußgesichert. **nur DM 59,–**

8-Kanal-Lauflicht "DISCO-PROFI", mit zahlreichen erstaunlichen Schaltmoglichkeiten.



IHR FACHGESCHAFT BITTET ZU EINER VORFUHRUNG!
PREIS-SENSATION
nur DM 149,–
(Einfuhrungspreis)

10-Kanal-Laulicht fertige, funktionsgeprufte Platine. Umschaltbar als 2-Kanal, 4-Kanal, 6-Kanal, 8-Kanal und 10-Kanal-Lauflicht. Schaltvermogen je Kanal 1000 Watt **nur DM 98,50**

STR 01 Das Große Stroboskop fur Diskotheken und Partyprofis . . . . **nur DM 85,–**
STR 02 Das Kleine preiswerte Party-Stroboskop Im Plastikgehause. Blitzfolge regelbar. **Preishit** . . . . **DM 48,–**

Unsere Bücherecke

"ELEKTOR-BÜCHER"

DIGI-BUCH 1: Die Grundbegriffe der Digitaltechnik, allgem verständlich dargestellt. Mit Experimentierplatine, 66 Seiten **DM 23,–**

DIGI-BUCH 2: Die ideale Erganzung zu Buch 1. Das Buch bringt praktische, in Elektor bereits veroffentlichte Digitalschaltungen: Eieruhr, 7400-Sirene, Digitester etc.
104 Seiten . . . . **DM 15,50**

BUCH 70 ca 90 interessante Schaltungen aus Elektor 1970
112 Seiten . . . . **DM 12,50**

RIESENPOCKET: Eine aktuelle Sammlung von 273(!!!) Schaltungen. 212 Seiten . . . . **DM 12,50**

KURSUS ENTWURFTECHNIK: Eine Einfuhrung in die Halbleiterschaltungstechnik. Ausfuhrliche Besprechung von Grundschaltungen . . . . **DM 10,80**

NF-BUCH: Schaltungvorschlage fur den Selbstbau hochwertiger Hifi-Anlagen . . . . **DM 11,–**

"SCHLAUE POCKETS" Bd. 1 CMOS-DATEN
Das ideale Datenbuch fur den Bastler! Kompakt, aber umfassend. Pocketformat . . . . **nur DM 4,95**



POSTFACH 1355 **405 Mönchengladbach 1**
Mindestauftragswert DM 30,– Lieferung nur per Nachnahme (Versandkosten 5,–) oder Vorausscheck (Vers.k. 3,– DM). Ab DM 100,– Auftragswert 1 Jeansmutze (in dieser Anzeige angeboten) kostenlos
Die hier genannten Artikel – und viele mehr – erhalten Sie auch in der Folgenden Ladengeschaften.

463 BOCHUM
"City Electronic Shop"
Viktoriastr. 53
"Elektronik Schmitt"
Konigsallee 12
703 BÖBLINGEN
"K. D. Schulze"
Stuttgarter Str. 58
462 CASTROP-RAUXEL
"R. Schuster-Electronic"
Widumer Str. 16
852 ERLANGEN
"Feller-Elektronik"
Marquadsenstr. 21
73 ESSLINGEN
"Electric Contact"
Kasenen Str. 3
465 GELSENKIRCHEN
"Heer-Elektronik"
Ebert-Str. 1-3
63 GIESSEN
"Siebert-Elektronik"
Walltorstr. 18
483 GÜTERSLOH
"Kaup-Elektronik"
Dalkestr. 7
2000 HAMBURG 76
"K. H. -Luckfiel
Dehnhaide 58
3000 HANNOVER
"Radio Lange"
Reuterstr. 9
71 HEILBRONN
"Krauss Elektronik"
Turmstr. 20
224 HEIDE
"Landsberger Elektronik"
Friedrichstr. 41a
23 KIEL
"Elektronik Schmidt"
Adelheidstraße 28
495 MINDEN
Klaus Nellissen
Rodenbecker Str. 49
405 MÖNCHENGLADBACH 1
"Weichelt-Elektronik"
Erzberger Str. 121
413 MOERS
"Nurnberg Elektronik"
Uerdinger Str. 121
45 OSNABRÜCK
"Electronic Shop"
Johannusstr. 79
55 TRIER
"C. Weistroffer"
In der Olk 24
6806 VIERNHEIM
"Electronic Center"
Neckarstraße 28

Die unterschiedliche Kostensituation kann dazu fuhren, daß im urtlichen Ladenverkauf die Preise von den hier genannten unwesentlich abweichen.

Preise für größere Stückzahlen auf Anfrage

U. WYNEN

5144 Wegberg Dalheim-Rödgen
Waldweg 8

Ing.-Büro für Elektroakustik und Elektronik
Lieferung per Nachnahme
Preise einschl. MwSt

Top-Angebot




Endlich wieder lieferbar

Der weiterentwickelte Nachfolger unseres Erfolgsmodells RV 5

Hi-Fi-Stereoreceiver AR 4000

Ausgezeichneter Empfang und hervorragender Wiedergabequalität. Intern. Design mit Holzgehäuse und Alu-Front. 80 Watt, 15-30 000 Hz, TA-Magn., Aux., Tape Monitor, Loudness, Lautsprecherpaare 1 + 2, UKW, MW, FM-Empfindl. 2 uV, Kopfhöreranschluß, Stereoanzeige, Feldstärke u. Null-Instrument Maße: 450 x 275 x 125

Superpreis DM 398,50



AR-6000

Unser Spitzengerät mit 140 Watt Direkt gekoppelte Endstufen mit min. 2 x 40 Watt Sinus bei Betrieb beider Kanäle an 4 Ohm. Klirr 0,5%, 10-35.000 Hz, FM-Empfd. 1,2 uV (DIN), 2 x Phono magn., Mikrofon, Reserve, Tape Monitor, FM-Stereo und AM. Rumpel/Rausch Filter, Loudness, Stillabstimmung, Kanalmitte und Feldstärkeinstrumente, Leuchtanzeige des geschalteten Eingangs in der großen, silber unterlegten Skala. Gehäuse NN 500 x 360 x 150

nur DM 549,–



AKAI AP-001

Proffesioneller- Studioplattenspieler 300 mm Plattenteller, Riemenantrieb, Wow & Flutter 0,06%, Rumpeln 50 dB, 220 mm S-Tonarm, Lift gedämpft in beiden Richtungen, Antiskating, laterales Ausgleichgewicht, autom. Endabschaltung, Metallic-Zarge incl. stufenlos arret. Haube und Magnetsystem T2001 mit Übertragungsbereich 15-25.000 Hz . . . . . . **nur DM 295,–**

Gewußt wie ! !

Aus Taschenrechner und 2 IC's ein DIGITALMULTIMETER. Bauelemente für ca. DM 60,– Bauanleitung DM 8,75.

Dienstleistungen:

Platinen-Sofortdienst. Schicken Sie Ihre Vorlage (transparant oder in schwarz-weiß). Wir vergrößern und verkleinern von jeder Größe auf jede Größe.

Fortlaufende Bauelemente-, und Schaltkreisbeschreibungen. Fordern Sie weitere Informationen an.

Preisauszug:

Widerstände 033 und 025 E12 5% von 1 Ohm bis 3,3 MOhm. **0,04 DM/st**

Die kompl. E-Reihe 79 Werte:	2,91 DM
Trimmer 025	0,45 DM
Potentiometer 025	1,75 DM
Schieberegler	3,25 DM
Z Dioden BZY 83 400mW	0,35 DM
1 N 4148 75 V 10 mA	0,10 DM
1 N 4002 100 V 1 A	0,18 DM
1 N 4004 400 V 1 A	0,19 DM
1 N 5401 100 V 3 A	0,58 DM
1 N 5406 600 V 3 A	0,80 DM
B 80 C 800	1,20 DM
B 80 C 1000	1,30 DM
B 80 C 1500	1,35 DM
B 80 C 3200/2200	2,30 DM
B 80 C 5000/3300	3,40 DM
B 80 C 25000	8,70 DM

BC 547 A NPN 0,35 DM	BC 557 A PNP 0,40 DM
BC 548 B NPN 0,35 DM	BC 558 B PNP 0,40 DM
BC 549 C NPN 0,40 DM	BC 559 C PNP 0,45 DM
BC 550 B NPN 0,40 DM	BC 560 B PNP 0,40 DM

2 N 3055	2,80 DM
In TO 220 Kompl. Paar 3055/2955	6,50 DM
Darlington-Leistungspaar 9301/9401	8,90 DM
2 N 3771 30 Amp	7,10 DM

Transformatoren

Prim. 1 x 220 Volt oder 2 x 110 Volt
Sek. bis 2 x 110- oder 1 x 220 Volt
über 220 Volt auf Anfrage

Die nachstehenden Preise gelten für eine und zwei sek. Spannungen je weitere sek. Spannung +10%

		DM/St.
EI 30	1,0 Watt	4,08
42	4,3	3,50
54	12	5,00
66 a	25	5,84
66 b	40	7,72
84 a	50	9,72
84 b	80	12,44
105 a	100	15,34
105 b	145	17,74
120 a	200	24,30
120 b	250	25,76
150 N	550	45,88

Bestellbeispiel: 105 a 9/58,8

KAISER Elektronik
Bürger-Esch-Straße 1
2900 Oldenburg
Telefon: 0441/813 10

Zu Ihrer Struktur

Als Elektroniker im P.E.-Labor möchte man natürlich gern wissen, für wen man entwikkelt, baut, prüft und testet. Für den Redakteur ist es sicher wichtig, seine Leser zu kennen. Wer sind Sie, verehrter P.E.-Leser?
Ebenso könnten Sie natürlich fragen, wer P.E. macht. Sie würden dann erfahren, wer was wo gelernt hat und in welchen Entwicklungs- und Forschungslabors sich der Betreffende herumgetrieben hat.
Vielleicht wird an dieser Stelle demnächst der eine oder andere P.E.-Mitarbeiter sich vorstellen und zu Wort melden, wenn er meint, daß er etwas Wichtiges mitzuteilen habe. Mit Sicherheit interessanter aber als die Leute hinter P.E. sind die Leser und ihre Geräte, Ideen und Kniffe, manchmal sogar die Persönlichkeit eines Lesers, wie das Beispiel eines sehr schwer gehandicapten Hobbyisten zeigt (Bericht in dieser Ausgabe).
Informationen zur Struktur des Leserkreises erreichen uns auf recht unterschiedlichen Wegen. Eines zeigen diese Informationen ganz klar: Die Erwartung, daß diese Zeitschrift mit dem einmal gewählten Konzept bevorzugt jüngere Leute anspricht, die damit ihre ersten Schritte in die Elektronik wagen, mußte inzwischen korrigiert werden.

Natürlich wird P.E. unter der Schulbank gelesen, aber eben auch - wahrscheinlich "halboffiziell" - auf der Schulbank. Neben den Fachlehrern und sogenannten "alten Hasen" sind es erstaunlich viele Ingenieure und Akademiker anderer Fachrichtungen, die sich für Elektronik à la P.E. interessieren. In der letztgenannten Gruppe gibt es ein Phänomen: Es vergeht kaum ein Tag, ohne daß ein "Dr. med." oder die technische Abteilung einer Klinik ein Abonnement ordert.

Es wird sicher nicht so weit kommen, daß Arzneimittelfirmen in dieser Zeitschrift inserieren, aber das hohe naturwissenschaftlich-technische Potential, das sich regelmäßig auch in Zuschriften äußert, und natürlich der Erfahrungsschatz der Elektronikprofis und -amateure zwingen praktisch dazu, die fachlich engagierten Reaktionen redaktionell zu erfassen und zu koordinieren. Dies geschieht erstmalig ab dieser Ausgabe in der Rubrik "Feedback".
P.E. wurde von Anfang an so konzipiert, daß Labor und Redaktion nicht in weltferner Selbstherrlichkeit fleißig an den Leserwünschen vorbeiproduzieren. Deshalb ist die "Hitparade" fester Bestandteil jeder Ausgabe, und als Ergänzung dazu ist die Rubrik "Postfach 1366" gedacht, in der Fragen besprochen werden, die im Anschluß an P.E.-Beiträge auftauchen können.
Der umgekehrte Fall, daß der Redaktion nachträglich wichtige und nützliche Informationen zugetragen werden, das "Feedback" also, ist eine Folge "Ihrer Struktur", der wir mit dieser Rubrik Rechnung tragen, um allen Lesern die Informationen zugänglich zu machen.
Dies ist eine Erweiterung, aber keine Änderung des von Ihnen honorierten Konzeptes. P.E. wird eine Zeitschrift für einfache Elektronik (und damit auf dem Teppich) bleiben.

Ein im Nachbau einfaches Meß- bzw. Prüfgerät
zum Aufspüren von Fehlern
in elektronischen Schaltungen

SIGNAL » TRACER

Der Geber:
- Rechteckgenerator 1 Kilohertz
- Ausgangsspannung Null bis 150 Millivolt
  oder Null bis 1,5 Volt (umschaltbar)

Der Verfolger:
- Verstärker mit eingebautem Lautsprecher
- Verstärkung in 2 Bereichen einstellbar



Wenn man einfache elektronische Schaltungen entwickelt und beschreibt, um auch weniger erfahrene Freizeitelektroniker in die Lage zu versetzen, allerlei nützliche Gebrauchsgeräte selbst aufzubauen oder gelegentlich seine Freunde mit elektronischen Gags zu überraschen, dann sollten auch die Meß- und Prüfgeräte dem Wissenstand und nicht zuletzt auch dem Hobby-Budget angepaßt sein. Den "alten Hasen", die durch ihr Hobby längst zum Profi geworden sind, stehen in den meisten Fällen Oszilloskope, digitale Multimeter und Meßgeneratoren zur Verfügung, ein Instrumentarium, dessen Wert einige tausend De-Emmchen ausmacht.
Wer erst am Anfang steht, braucht neben einer passenden Laborausrüstung eine ausführliche Funktionsbeschreibung der Schaltungen. Das funktionelle Know-How liefert P.E. zu jedem Bauvorschlag mit. Wer weiß, wie eine Schaltung funktioniert, kann viel leichter einen Fehler finden, wenn der Apparat es wider Erwarten nicht sofort tun sollte.
Voraussetzung ist jedoch, daß man sich mit geeigneten Mitteln Einblick in den Zustand der Schaltung verschafft, denn man kann ja nicht in die Bauelemente hineinsehen, um festzustellen, was die Elektronen gerade machen.
Ein relativ preiswertes und vielseitiges Prüfgerät ist der Signal-Tracer. Die englische Bezeichnung wurde gewählt, weil eine korrekte deutsche Benennung recht umfangreich ist: Signalspritze (bzw. Signalgeber) und Signalverfolger.
Im ersten Teil wird kurz das Prinzip besprochen, es folgt die Baubeschreibung. In der nächsten Ausgabe findet sich die ausführliche Besprechung der Schaltungsfunktion und das, worum es bei der ganzen Sache geht: Fehlersuche und Schaltungskontrolle mit dem Signal-Tracer.

PRINZIP UND BLOCKBILD

Zur Fehlersuche in nichtdigitalen Schaltungen eignet sich zunächst das statische Verfahren: Man mißt die Gleichspannung an charakteristischen Schaltungspunkten. In P.E.-Schaltungen wird deshalb regelmäßig ein sogenannter Spannungsplan angegeben. Diese Überprüfung der Gleichspannungseinstellung der einzelnen (Verstärker-) Stufen ist jedoch nicht immer ausreichend und kann zu Fehlinterpretationen führen, wie im zweiten Teil dieses Beitrags ausführlich erklärt wird. Außerdem gibt es Fehler, die mit dem statischen Prüfverfahren prinzipiell nicht zu finden sind.
Bei dem dynamischen Verfahren, das seinerseits den Nachteil hat, nicht auf alle Schaltungen anwendbar zu sein, wird die Funktion der Schaltung quasi simuliert. An den Eingang z.B. eines Verstärkers legt man eine Signalspannung und kontrolliert Schritt für Schritt die Bearbeitungen, welche die einzelnen Stufen an dem Signal vornehmen.
Der Signal-Tracer ist ein Prüfgerät, das auf

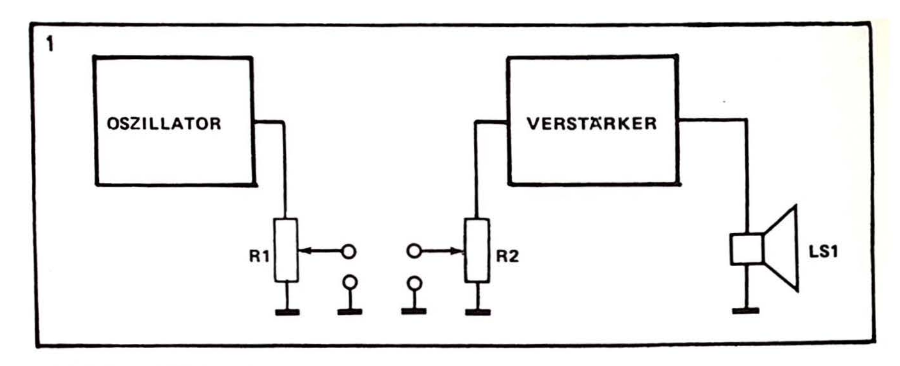


Bild 1. Blockbild des Signal-Tracers. Der Oszillator erzeugt ein Signal, das man in die zu untersuchende Schaltung einspeist. Mit einem Verstärker verfolgt man das Signal, das mit einem Lautsprecher "angezeigt" wird.

as dynamische Verfahren speziell zugeschnitten ist. Er besteht aus zwei völlig selbständigen Funktionsblöcken. Bild 1 zeigt links den Geberteil, er enthält einen Oszillator mit einstellbarer Ausgangsamplitude. Dieser Bestandteil des Signal-Tracers wird gelegentlich Signalspritze oder Signalinjektor genannt.

Der zweite Funktionsblock, rechts in Bild 1, enthält nichts weiter als einen einfachen Niederfrequenzverstärker. Am Eingang liegt, wie im Prinzip bei allen Verstärkern in Rundfunkgeräten usw., ein Lautstärke-Einsteller, der hier zur Einstellung der Verstärker-Empfindlichkeit dient. Der Ausgang des "Signalverfolgers", wie der Verstärker in diesem Fall heißt, treibt einen kleinen Lautsprecher.

DER OSZILLATOR

Bild 2 zeigt die vollständige Schaltung des Oszillators und links die aus zwei Flachbatterien 4,5 Volt bestehende Stromversorgung des gesamten Signal-Tracers. Die Schaltung erzeugt eine Rechteckspannung, die über einen Trennkondensator C2 ausgekoppelt wird, damit man das Signal an beliebiger Stelle in der zu untersuchenden Schaltung einspeisen kann. Wenn die betreffende Stelle eine Gleichspannung führt, würde diese in den meisten Fällen verändert, wenn das Poti R6 ohne Trennkondensator mit dem Schaltungspunkt verbunden wird. Eine solche Beeinflussung der zu untersuchenden Schaltung ist nicht zulässig, weil sie ein Fehlverhalten vortäuschen könnte.

Das Poti R6 bildet mit dem Widerstand R4 einen Spannungsteiler, der die maximale Ausgangsspannung auf 1,5 Volt begrenzt. Der Einstellbereich des Potis beträgt dann Null bis 1,5 Volt.

Bei geschlossenem Schalter S2 bildet R4 mit R5 einen Spannungsteiler mit einer Knotenpunktspannung von ca. 150 Millivolt, also etwa einem Zehntel der Spannung in der anderen Schalterstellung. An dieser Spannung, die über dem relativ niederohmigen Widerstand R5 steht, liegt in dieser Situation das zu R5 parallelgeschaltete Poti R6, dessen Einfluß auf die Knotenpunktspannung beinahe zu vernachlässigen ist. Der Einstellbereich bei geschlossenem Schalter S2 beträgt Null bis 150 Millivolt.

Bild 2. Stromversorgung und Geberteil des Signal-Tracers.

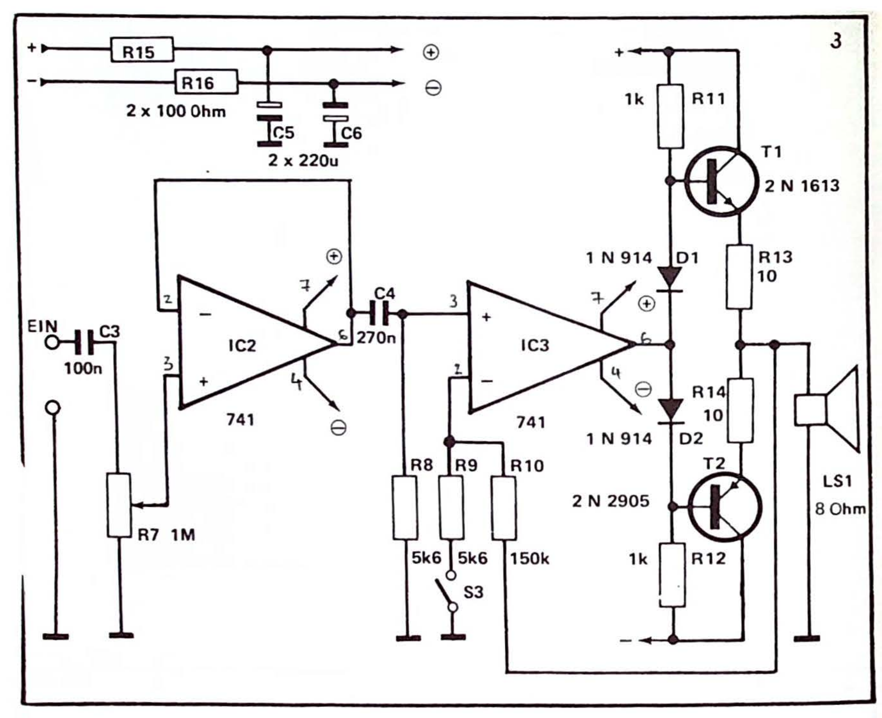


Bild 3. Der Verfolger ist ein Verstärker mit einstellbarer Empfindlichkeit.

DER VERSTÄRKER

Der zweite unabhängige Funktionsblock (Bild 3) des Signal-Tracers, der Verstärker, besteht aus einem Impedanzwandler (IC2) und einem Verstärker mit einer sogenannten Gegentakt-Endstufe; die Funktionsweise dieses häufig vorkommenden Verstärkertyps wird in der nächsten Ausgabe ausführlich besprochen.

Die Stromversorgung des Verstärkerblocks erfolgt aus den im Oszillatorschaltbild (2) eingezeichneten Batterien. Mit zwei Widerständen und zwei Elkos werden die beiden Speisespannungen zusätzlich gesiebt; diese Maßnahme verhindert, daß eine Wechselspannung mit der Oszillatorfrequenz, die der Speisespannung im Oszillatorteil überlagert sein kann, zum Verstärkerteil gelangt. Wenn das passiert, piepts aus dem Lautsprecher bereits dann, wenn der Eingang des Verfolgers noch gar nicht mit einem Schaltungspunkt in der zu untersuchenden Schaltung verbunden ist.

Die Eingangsspannung gelangt über einen Trennkondensator C3, der eine ähnliche Aufgabe hat wie C2 im Oszillator, auf das Empfindlichkeitspoti R7.

Bei geschlossenem Schalter S3 bilden die Widerstände R9 und R10 einen Spannungsteiler, der den Verstärkungsfaktor der gesamten

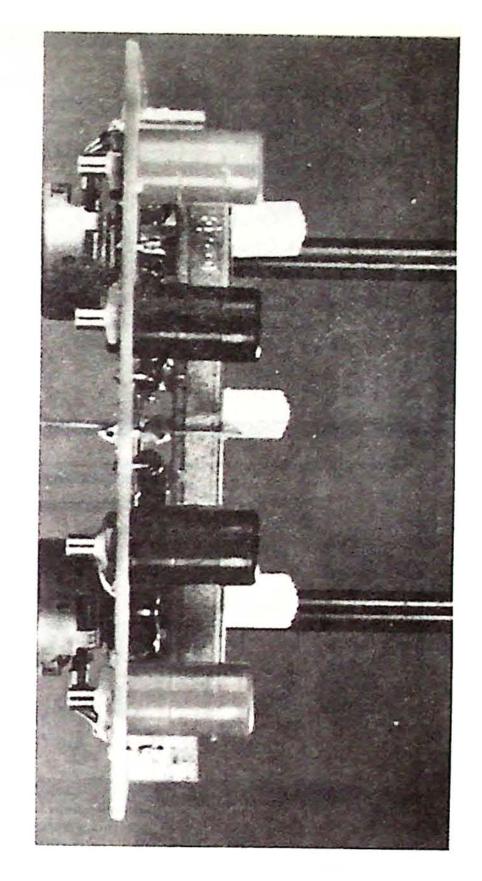
ten Schaltung (ab Abgriff R7) bestimmt. Der Faktor beträgt 150 Kiloohm: 5,6 Kiloohm ≈ 27. Bei offenem Schalter ist der Spannungsteiler unterbrochen, der Verstärkungsfaktor hat den Betrag 1.

BAUHINWEISE

Der Signal-Tracer kann auf zwei unterschiedliche Arten aufgebaut werden. Dank des geringen Schaltungsaufwandes könnte ein sehr kleiner Print alle kleineren Bauelemente aufnehmen, dann wäre aber eine Menge Verdrahtung zu den anderen Bauteilen erforderlich. Die Verbindungen zu den drei Schaltern, den beiden Potis und zu den Ein- und Ausgangsbuchsen wären überwiegend mit abgeschirmtem Kabel auszuführen. Diese Aufbauart führt zu einem "Drahtverhau". Deshalb wird hier der umgekehrte Weg beschritten.

Ein großer Print nimmt alle Bauelemente, mit Ausnahme des Lautsprechers und der Batterien auf. Die Verdrahtung besteht aus ganzen fünf unabgeschirmten Verbindungen: drei zu den Batterien und zwei Drähte zum Lautsprecher.

Die Bestückung beginnt man zweckmäßig mit den beiden Drahtbrücken und den fünf Lötstiften, danach kommen alle kleineren Bauelemente. Die beiden Potis verschraubt man so, daß die drei Lötlippen den Lötaugen auf der Kupferseite gegenüberstehen. Zur Verbindung dienen je drei kurze Drahtstücke. Die drei doppelpoligen Schiebeschalter haben Metallippen, die zur Schraubbefestigung der Schalter auf Frontplatten dienen. Diese überstehenden Flächen werden einfach abgesägt, denn die elektrischen Verbindungen zwischen Schaltern und Print sind hier gleichzeitig die mechanischen. Wie bereits mehrfach in Baubeschreibungen vorgeschlagen, lötet man zunächst kurze Drahtstücke an die Lötanschlüsse der Schalter, fädelt dann die Drähte durch die Lötaugen des Prints, bis das Bauteil fest aufliegt und lötet dann die Drähte an. Die Schalter sitzen dann



bombenfest und haben die richtige Höhe über dem Print, was später beim Zusammenbauen mit der Frontplatte des Gehäuses sehr wichtig ist.

Aus den Fotos läßt sich erkennen, wie die Buchsen konstruiert sind. Nach dem Entfernen der Mutter schiebt man einen zweiten Gegenring auf, den man einer anderen Telefonbuchse geklaut hat. Die drei Kunststoffringe sorgen zusammen für die richtige Einbauhöhe; natürlich kann, wer was passendes findet oder sich etwas einfallen läßt, die

STÜCKLISTE

WIDERSTÄNDE 1/4 WATT

R1 = 22 k-Ohm
R2 = 82 k-Ohm
R3 = 15 k-Ohm
R4 = 2,7 k-Ohm
R5 = 82 Ohm
R6 = 1 k-Ohm, lin. Poti, Mono
R7 = 1 M-Ohm, lin. Poti, Mono
R8 = 5,6 k-Ohm
R9 = 5,6 k-Ohm
R10 = 150 k-Ohm
R11 = 1 k-Ohm
R12 = 1 k-Ohm
R13 = 10 Ohm
R14 = 10 Ohm
R15 = 100 Ohm
R16 = 100 Ohm

KONDENSATOREN

C1 = 68 nF, Siemens MKM
C2 = 680 nF, Siemens MKM
C3 = 100 nF, Siemens MKM
C4 = 270 nF, Siemens MKM
C5 = 220 µF, 6 Volt, axial, Raster 25 mm
C6 = 220 µF, 6 Volt, axial, Raster 25 mm

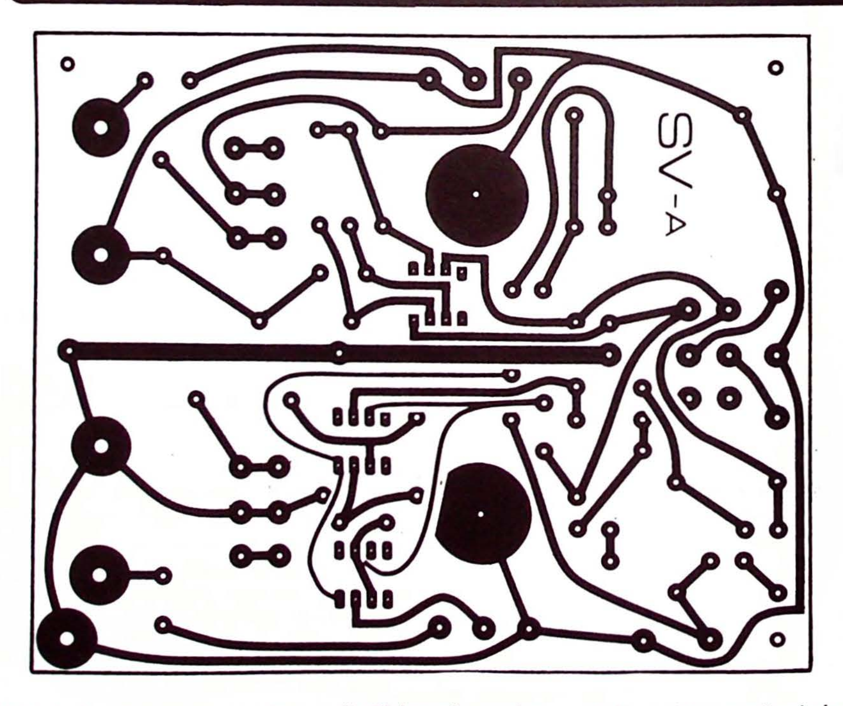


Bild 4. Der Print nimmt nicht nur die Elektronik, sondern auch die meisten mechanischen Bauteile auf.

HALBLEITER

D1 = 1 N 914
D2 = 1 N 914
T1 = 2 N 1613
T2 = 2 N 2905
IC1 = 741, Mini-DIL
IC2 = 741, Mini-DIL
IC3 = 741, Mini-DIL

SONSTIGES

3 Schiebeschalter, 2 x UM
Anschlußabstände siehe Bestückungsplan

Lautsprecher 8 Ohm, 1 Watt
4 Telefonbuchsen
2 Flachbatterien 4,5 Volt
Gehäuse TEKO P4
evtl. 2 Fassungen für Transistoren
evtl. 3 IC-Fassungen Mini-DIL

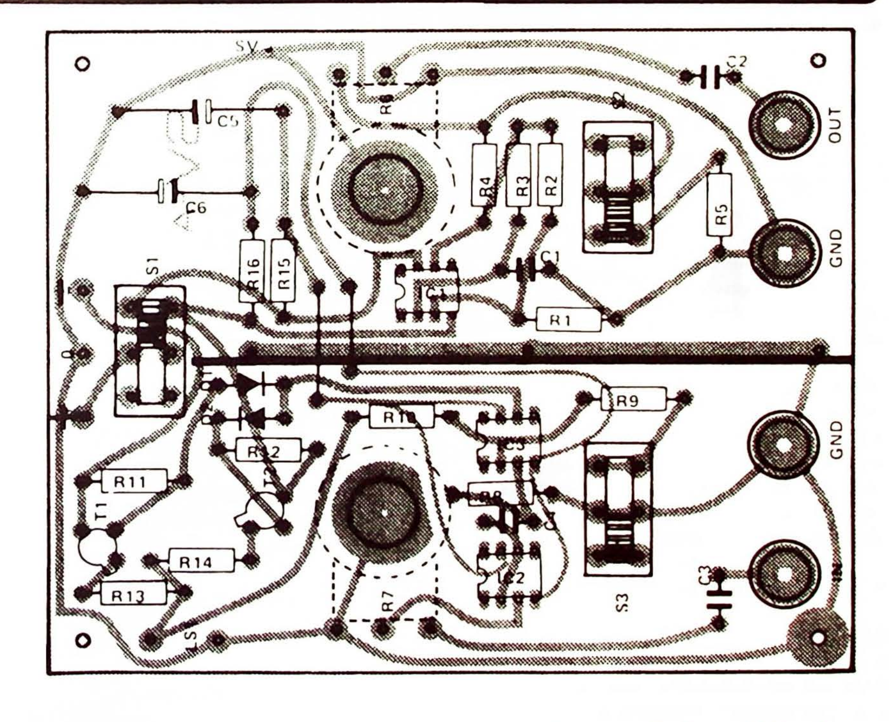


Bild 5. Der Bestückungsplan. GND ist eine gängige Abkürzung für Ground (Masse).



richtige Höhe herstellen, ohne gleich vier weitere Telefonbuchsen zu amputieren.
Schließlich müssen die beiden Funktionsgruppen im Signal-Tracer, der "Sender" und der "Empfänger", gegeneinander abgeschirmt werden, damit das Sendersignal keine krummen Touren macht und auf Schleichwegen zum Empfänger gelangt. Für die Abschirmung sind auf dem Print drei Lötaugen vorgesehen, an diesen Stellen lötet man ein Messingblech oder rohes Printmaterial mit den Maßen 100 x 5 . . . . 10 Millimeter senkrecht an; eine zweite Abschirmung mit den gleichen Abmessungen befindet sich auf der Bestückungsseite. Zur Befestigung dieses Teils dienen drei kurze Drahtstücke, die in den Bohrungen der drei Lötaugen stecken und auf der Kupferseite angelötet werden. Beim Prototyp wurden zwei Laschen aus Schnellheftern verwendet. *Zu beachten: Die Abschirmung auf der Bestückungsseite darf keinen Kontakt zu den Drahtbrücken haben.*

EINBAU

Als Gehäuse eignet sich z.B. der Typ Teko P4. Wie im P.E.-Labor dem Gerät ein vorzeigbares Äußeres verliehen wurde, zeigt das Titelbild dieser Ausgabe.

Lautsprecher und Print werden auf der Frontplatte befestigt. Der Lautsprecher ist beim Prototyp mit Rasterpertinax abgedeckt, seine beiden Anschlüsse werden mit den Lötstiften auf dem Print mittels zweier Drähte verbunden.
Die beiden Flachbatterien, für die das Gehäuse genügend Platz bietet, erhalten folgende Verdrahtung: Zunächst verbindet man den positiven Pol der einen Batterie mit dem negativen der anderen. Dazu wird eine kurze Fahne mit einer langen verlötet. Dieser Punkt ist mit Masse zu verbinden (mittlerer Lötstift). Der freie positive Pol liefert die positive Speisespannung, der andere freie Batteriepol die negative. Beide Fahnen werden mit den entsprechenden Anschlüssen des Prints verbunden.

VERBINDUNGEN ZUR TESTSCHALTUNG

Der Ausgang des Signal-Tracers, der das Testsignal führt, kann mit dem Eingang der zu prüfenden Schaltung über unabgeschirmtes Draht verbunden werden. Am Verstärkereingang dagegen ist abgeschirmtes Kabel erforderlich.
Sehr zweckmäßig ist ein Kabel, wie es das Foto zeigt. Der Innenleiter endet in einer Prüfspitze, die Abschirmung ist mit einer möglichst flexiblen Litze aus dem Stift herausgeführt und endet als Krokodilklemme, die während der gesamten Untersuchung an einen Massepunkt der zu testenden Schaltung geklemmt ist.
Auf die Fertigung der Prüfspitze sollte man viel Sorgfalt verwenden. In der Praxis zeigt sich recht häufig, daß mancher Fehler bei genauerer Prüfung keiner ist, sondern daß in der Prüfspitze der Wurm ist.

FEED BACK BACK FEED

Feedback (engl.) bedeutet Rückkopplung. Dies ist der Oberbegriff für Mitkopplung und Gegenkopplung in Verstärkerschaltungen, siehe dazu den Beitrag "Minimix" in P.E. Nr. 5.

Die in Leserzuschriften häufig enthaltenen Ergänzungen, Klarstellungen oder fundierten Kritiken zu P.E.-Beiträgen sind eine wichtige Rückkopplung, der an dieser Stelle die nötige Geltung verschafft werden soll. Wir überlassen es Ihrem Urteil, ob Sie eine Zuschrift als Mitkopplung (positive feedback) oder Gegenkopplung (negative feedback) werten.

FEED BACK BACK FEED

Für die "Spannungsquelle" aus P.E. Heft 2 ist in der Stückliste u.a. ein "Miniatur-Drehschalter, 2 Ebenen, 5 Stellungen" genannt. Nimmt man dazu die offene Metallausführung (abgekürzt Ma), die in allen Photos, besonders gut auf Seite 28, zu sehen ist, klappt alles. Nicht sofort klappt es mit den heute vielfach angebotenen, ebenfalls japanischen Miniatur-Drehschaltern "Lorlin". Bei dieser gekapselten Kunststoffausführung (abgekürzt Ka) 2 x 6 (2 x 5 gibt es da nicht), ist die Anordnung der Innenkontakte zu den Außenkontakten anders.

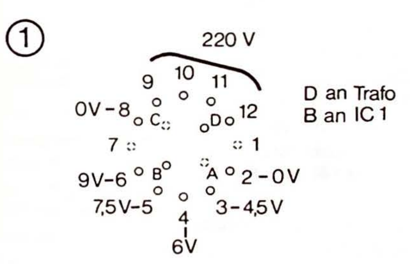


Bild 1 zeigt eine nachträgliche Numerierung der Bestückungslöcher auf der Bestückungsseite der Leiterplatte (siehe Bild 8 auf Seite 36). Ihr entspricht die Anordnung der Kontakte der Ma. Damit diese Numerierung nicht nur für die Ma, sondern auch für die Ka verwendbar ist, sind gestrichelt auch die Kontaktstellen ohne Bestückungslöcher, nämlich 1 und 7, sowie B und D angegeben.
Auf der Ka ist neben den Kontakten bereits eine Numerierung angebracht.
Bild 2 zeigt, von oben gesehen, die Anordnung dieser Numerierung.
Beim Vergleich von Bild 2 mit Bild 1 ergibt sich, daß bei der Ka die Innenkontakte auf A und C liegen im Gegensatz zur Ma mit B und D. Wer also statt einer Ma eine Ka verwenden will, muß den Kontakt A der Ka mit



9 10 11
8 12
C
7 1
A
6 2
5 3
4

dem Anschlußloch B und Kontakt C mit dem Anschlußloch D verbinden. Außerdem muß die Ka mit ihren Außenkontakten um 1/12 im Uhrzeigersinn verdreht angelötet werden,

also Ka-Außenkontakt 1 auf Bestück.-Loch 2
Ka-Außenkontakt 2 auf Bestück.-Loch 3
Ka-Außenkontakt 3 auf Bestück.-Loch 4
usw.

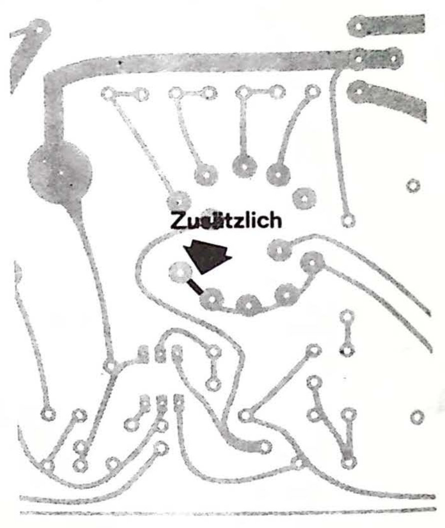
Nur so wird nach der Schalterstellung) Volt anschließend in der richtigen Reihen- ılge die Stellung 4,5 Volt, 6 Volt usw. ge- haltet.

ei den Innenkontakten der Ka ist zu beach- .en, daß sie auf einem Kreis von 7,5 mm Durchmesser liegen, während die Leiterplatte dort einen Lochkreisdurchmesser von 11 mm hat.

Übrigens ist vom elektronischen Standpunkt her die Ka vorzuziehen, wenn man bedenkt, daß 220 Volt Wechselstrom an den Drehschalterkontakten liegen, andererseits die Ka eine Kunststoffachse und ein Kunststoffgehäuse hat.

W. F. Jacobi

"ganz links" des Schiebeschalters S1b Ihres Schaltbildes S. 31 - Spannungsteiler "offen"), so erhält man nahezu exakt 3 Volt. Die Printschaltung hierzu ist sehr leicht abzuändern (siehe Bild).



Als Stufenschalter muß lediglich ein Schalter 2 x 6 Stellungen verwendet werden. Der Drehschalter ist etwas gedreht einzubauen, damit Stellung "AUS" am linken Anschlag bestehen bleibt.

Rolf Esterle

FEED BACK BACK FEED

Mit einem Teil meiner Schüler habe ich die Schaltung der Spannungsquelle (Heft 2/76) nachgebaut. Dabei wurde durch geringfügiges Abändern der Schaltung der Spannungsbereich auf zusätzlich +3 Volt erweitert.

Legt man den invertierenden Eingang des OpAmps nur über R6 an C5 (dies entspricht der Schalterstellung

FEED BACK BACK FEED

Als Organist war meine Erwartung Ihres in Heft 4 angekündigten Artikels über den Selbstbau eines elektronischen "Leslie" sehr groß. Erlauben Sie mir deshalb bitte, einige Bemerkungen zu dem mir inzwischen vorliegende Artikel.

Es ist bekannt, daß erst ein Rotationslautsprecher-Aggregat dem Klang einer elek-

tronischen Orgel die richtige Lebendigkeit verleiht. Diese Rotor-Boxen gibt es seit etlichen Jahren in den verschiedensten Ausführungen, und seit der Entwicklung von brauchbaren Eimerkettenspeicher-IC's auch als vollelektronische Imitation dieses Effektes. Der übrigens rechtlich geschützte Name "Leslie" steht jedoch nur für Rotor-Aggregate, die auch wirklich unter diesem Produktnamen (Leslie ist ein Produkt von CBS electronics, Pasadena, USA) hergestellt und vertrieben werden.

Zweitens ist das Wesentliche eines "Leslie"- oder Rotor-Aggregates die Erzeugung des sogenannten Doppler-Effektes. Dieser Effekt kann indessen, wie schon gesagt, mehr oder weniger wirkungsvoll elektronisch imitiert werden, auf keinen Fall reicht jedoch das periodische Kanalwechseln bei einer Stereo-Anlage zur Erlangung des gewünschten Effektes aus.

Aus den eben genannten Gründen halte ich die weitere Bezeichnung des von Ihnen entwickelten Gerätes als "Elektronisches Leslie" für irreführend.

Gestatten Sie mir bitte abschließend den Wunsch zu äußern, in Zukunft auch einmal ein "echtes" Rotorsound-Effektgerät in Ihrer Zeitschrift als Bauanleitung zu finden. Ich bin sicher, daß Ihnen viele Musiker dankbar wären, da solche Geräte doch im Handel sehr teuer sind. Außerdem bietet ein elektronisches Rotor-Effektgerät gegenüber mechanischen äußerste Erleichterung bei der Benutzung auf Bühne und in Studios.

Andrees Tietjen

Ein elektronisches "Rotor-Effektgerät" kann P.E. auf absehbare Zeit leider nicht bringen. Der erforderliche Aufwand wäre einer Zeitschrift für einfache Elektronik nicht angemessen.

Der mit der Leslie-Schaltung erzeugte Effekt, das "Hin- und Herwandern" der Schallquelle, trägt bereits seit längerer Zeit die Bezeichnung "elektronisches Leslie". Sicher nicht zu Recht, aber zu einer Wort-Neuschöpfung wollte sich die P.E.-Redaktion nicht versteigen, obwohl sie sich um Sauberkeit des Ausdrucks und verständliche und treffende Bezeichnungen bemüht.

In diesem Bemühen läßt sich die Redaktion gern unterstützen, besonders willkomen sind dabei natürlich Beiträge von kompetenter Stelle:

FEED BACK BACK FEED

Betrifft: P.E. 5/77, 47: boots-trapping

Liebe Kollegen,
Es gibt keine offiziele Übersetzung für bootstrapping bzw. boot-strap (nicht: boots-trap); die wörtliche Übersetzung (Stiefel- bzw. Kutschkasten-Riemen) hilft uns nicht weiter. Soweit Übersetzungen bekannt sind (Urlader, mitlaufende Ladespannung, Anhebeverstärker usw.) sind sie anwendungsbezogen. Wichtigste Anwendung im Röhrenzeitalter: Ladestromstabilisierung bzw. -linearisierung bei Sägezahngeneratoren und TV- oder Oszillografen-Ablenkschaltungen. Heute auch als Ladeprogramm (EDV) bezeichnet und bei Impulsverstärkern gebräuchlich.
Man sollte mal den amerikanischen Ursprung ausgraben . . . . . .

hgm



TREMOLO/ LESLIE IN MODULTECHNIK

LESLIE:

EINFACHE ERWEITERUNGSSCHALTUNG ZUM ELEKTRONISCHEN TREMOLO

STROMVERSORGUNG

Die Bausteine des Modulsystems werden einheitlich mit einer Spannung von 25 Volt versorgt. In der Tremoloschaltung und auch im Leslie sind Operationsverstärker enthalten, die eine symmetrische Speisung von +9 Volt und –9 Volt benötigen. Diese beiden Spannungen werden mit der in Bild 1 gezeigten Schaltung aus der 25 Volt-Spannung erzeugt. Dazu dienen ein Vorwiderstand R1 und zwei 9,2 Volt-Zenerdioden.

Wenn man die Operationsverstärker-ICs zu der Überzeugung bringt, daß die mittlere Spannung von 9 Volt ihre Masse ist, auf die sich die beiden anderen Spannungen oben und unten beziehen, so werden sie die 18 Volt-Spannung als +9 Volt interpretieren und die Null Volt der ursprünglichen Masse als –9 Volt. Die ICs sind gutmütig und lassen sich diesen Kunstgriff gefallen. Deshalb kommen alle Schaltungspunkte, die normalerweise mit Masse verbunden werden, an die Hilfsmasse +9 Volt (geklammertes Massezeichen in Bild 1).

Alle Schaltungspunkte, die normalerweise auf –9 Volt liegen, dies sind hauptsächlich die IC-Anschlüsse für die negative Speisespannung, werden mit der echten Masse verbunden.

Bei diesem Trick ist es allerdings sehr wichtig, daß der Wechselstromwiderstand zwischen der echten und der Hilfsmasse möglichst gering ist. Dafür sorgt der große Elko C2, der also nicht nur als zusätzliches Siebglied für die Speisespannung dient. Dank des niedrigen Wechselstromwiderstandes von C2 macht es dem in der Schaltung verarbeiteten Signal nichts aus, ob die 9 Volt- oder die Null-Volt-Leitung als Masse funktioniert, auf die das Signal an den Ein- und Ausgängen

Teil 2:

LESLIE = TREMOLO + 5 BAUELEMENTE

Wie in Teil 1 dieses Beitrags zu lesen war, läßt sich die Tremoloschaltung mit sehr einfachen Mitteln, nämlich nur fünf Bauelementen, zum elektronischen Leslie erweitern. Der schmale Leslie-Print ist so ausgelegt, daß sowohl innerhalb des Modul-Systems als auch bei getrennter Verwendung dieser Effektschaltungen eine einfache Kopplung der beiden Prints möglich ist.
Die beiden Einsteller für Modulationstiefe und -frequenz sind auch beim Leslie aktiv, sie dienen hier zur Einstellung der Lesliefrequenz und der Intensität des Effektes.
Der vorliegende zweite Teil dieses Beitrags beschreibt zunächst die Schaltungsfunktionen von Tremolo und Leslie und bringt abschließend die Baubeschreibung des Leslies.

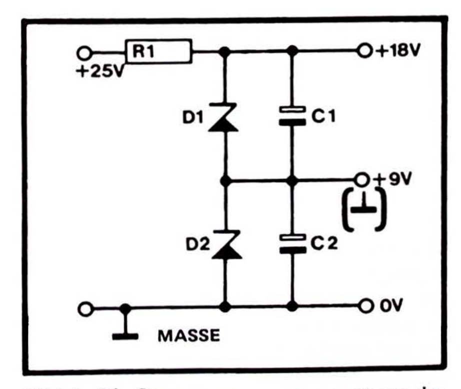


Bild 1. Die Stromversorgung erzeugt aus der allgemeinen Modul-Speisespannung von 25 Volt zwei auf eine Hilfsmasse bezogene Versorgungsspannungen von +9 Volt und –9 Volt.

und innerhalb der Schaltung bezogen wird. Der Elko schließt beide Leitungen wechselspannungsmäßig einfach kurz. Aus Symmetriegründen muß auch die 18 Volt-Leitung entsprechend behandelt werden (C1).

DER SINUSGENERATOR

Der Sinusgenerator erzeugt das Signal, mit dem die Lautstärke der beiden Stereokanäle variiert wird. Damit ein brauchbarer Tremolo- oder Leslieeffekt entsteht, muß das Steuersignal für die Modulatoren sinusförmig sein. Wichtig ist nämlich ein gleichmäßiger Verlauf der Lautstärkeänderungen, der keine störenden Sprünge aufweist.
Der Aufbau eines für die geforderten niedrigen Frequenzen geeigneten Sinusgenerators ist mit Transistoren nicht ganz einfach, deshalb arbeitet auch dieser Schaltungsteil mit einem Operationsverstärker.

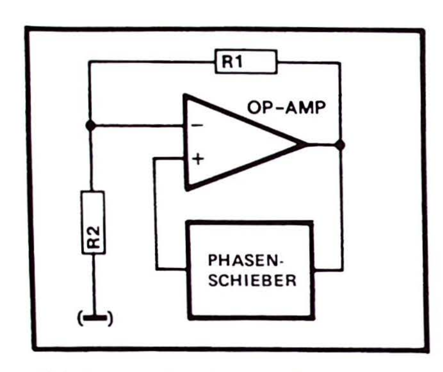


Bild 2. Zum Prinzip eines Sinusgenerators mit Operationsverstärker. Auf zwei Wegen wird das Ausgangssignal zur Eingangsseite zurückgeführt: über den frequenzbestimmenden Phasenschieber und einen verstärkungsbestimmenden Spannungsteiler.

Bild 2 zeigt das Prinzip eines mit OpAmp (Operational Amplifier) aufgebauten Sinusgenerators. Wie bereits in früheren Beiträgen besprochen, wird die Verstärkung eines OpAmps durch Rückführung eines Teils des Ausgangssignals auf den invertierenden Eingang eingestellt. Der Spannungsteiler R1/R2 erzeugt diesen Anteil, sein Knotenpunkt ist mit dem invertierenden Eingang verbunden.

Ein typisches Merkmal von Sinusgeneratoren ist der sogenannte Phasenschieber zwischen Aus- und Eingang, im Falle eines mit OpAmp aufgebauten Generators zwischen dem Ausgang und dem nichtinvertierenden Eingang.

Ohne theoretisches Rüstzeug und mathematische Hilfsmittel ist es nicht möglich, einen Sinusgenerator exakt zu beschreiben und zu zeigen, daß er es tut, warum er es tut und warum er auf einer ganz bestimmten Frequenz schwingt. Trotzdem kann man sich in etwa ein Bild von seiner Funktion machen:

Beim Einschalten der Speisespannung fließen in der Schaltung verschiedene Ströme. Eine grundsätzlich auftretende Begleiterscheinung des Stroms ist das Rauschen. Rauschspannungen oder -ströme, die auf diese Weise entstehen, enthalten praktisch alle Frequenzen. Über den Phasenschieber gelangt die am Ausgang des OpAmps stehende Rauschspannung auf den nichtinvertierenden Eingang.

Der Phasenschieber hat die Eigenschaft, daß er alle Signale, die in dem Rauschsignal vorhanden sind, mehr oder weniger in ihrer Phasenlage verschiebt; ausgenommen davon ist lediglich eine bestimmte Frequenz. Das Signal mit dieser Frequenz hat deshalb am Eingang des OpAmps dieselbe Phasenlage wie am Ausgang. Es wird verstärkt und tritt am Ausgang mit größerer Amplitude auf als das ursprüngliche Signal dieser Frequenz. Dieser Vorgang wiederholt sich, so daß die Amplitude weiter steigt, während alle anderen Frequenzen aufgrund ihrer „falschen" Phasenlage unterdrückt werden.

In der Beschreibung dieses Vorgangs wird häufig der Begriff „Aufschaukeln" verwendet; diese Bezeichnung ist treffend, allerdings schwingt der Generator nach dem Einschalten der Speisespannung so schnell an, daß vom Aufschaukeln in der Praxis nichts zu merken ist.

Das Resultat jedenfalls ist ein Wechselspannungssignal mit einer bestimmten Frequenz und einer Amplitude, die um so viel höher ist als die Rauschspannung, daß die dem Nutzsignal überlagerte Rauschspannung nicht störend in Erscheinung tritt.

Der Phasenschieber ist in Bild 3 gesondert dargestellt. Er besteht aus zwei Kondensatoren mit gleichen Kapazitätswerten und zwei ebenfalls gleichgroßen Widerständen. Dieses Netzwerk liegt zwischen dem Ausgang und dem nichtinvertierenden Eingang des OpAmps. Die Werte der Widerstände und Kondensatoren bestimmen die Frequenz, bei der keine Phasenverschiebung auftritt. Soll die

Frequenz einstellbar sein, so ersetzt man die Widerstände durch ein Stereopotentiometer, denn die beiden Widerstände R müssen immer gleiche Werte haben.

Damit ist aber leider dieses Kapitel noch nicht abgeschlossen. Bei der Betrachtung von Bild 3 fällt auf, daß das Netzwerk das rückgeführte Signal abschwächt. So bilden z.B. die Widerstände R einen Spannungsteiler, aber auch am Kondensator C steht ein Teil der Signalspannung.

Wenn nur das Netzwerk zwischen Aus- und Eingang des OpAmps liegt, tut sich gar nichts, bzw. das erzeugte Signal ist nicht sinusförmig. Das rückgeführte Signal muß nicht nur verstärkt werden, sondern es kommt auch sehr genau auf den Verstärkungsfaktor an, der sich durch das Verhältnis der Widerstände R1 und R2 (Bild 2) bestimmt. Bei zu geringer Verstärkung wird die Abschwächung des Signals im Phasenschieber nicht ausreichend kompensiert, der Generator schwingt nicht. Ist dagegen der Verstärkungsfaktor zu hoch, so wird das Signal mit der bevorzugten Frequenz übermütig. Am Ausgang erscheint dann kein Sinus, sondern ein Signal, das Ähnlichkeit mit einer Rechteckspannung hat.

Die Verstärkung muß demnach genau denselben Wert haben wie die Abschwächung im Phasenschieber. Es ist aber nicht möglich, einfach mit einem variablen Widerstand anstelle von R1 oder R2 den Verstärkungsfaktor exakt einzustellen. Die kleinste Abweichung vom richtigen Wert, die z.B. bereits durch Temperaturänderung eintreten kann, führt dazu, daß entweder das Signal verschwindet oder zum Rechteck wird. Es geht also nicht ohne eine automatische Verstärkungseinstellung.

Bild 4 zeigt, wie so etwas aussehen kann. Der Festwiderstand R1 aus Bild 2 ist durch einen Stellwiderstand ersetzt. Parallel zu diesem Widerstand liegt eine Serienschaltung aus zwei antiparallelen Dioden und einem Festwiderstand R3.

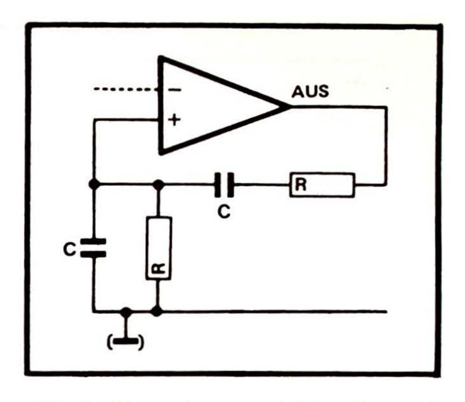


Bild 3. Dieses frequenzselektive Netzwerk aus zwei Kondensatoren und zwei Widerständen ist als „Wiensche Brücke" bekannt.

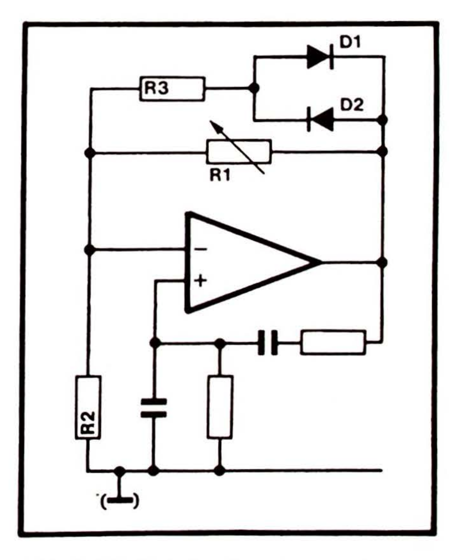


Bild 4. Die funktionellen Bestandteile eines Sinusgenerators mit automatischer Verstärkungsregelung.

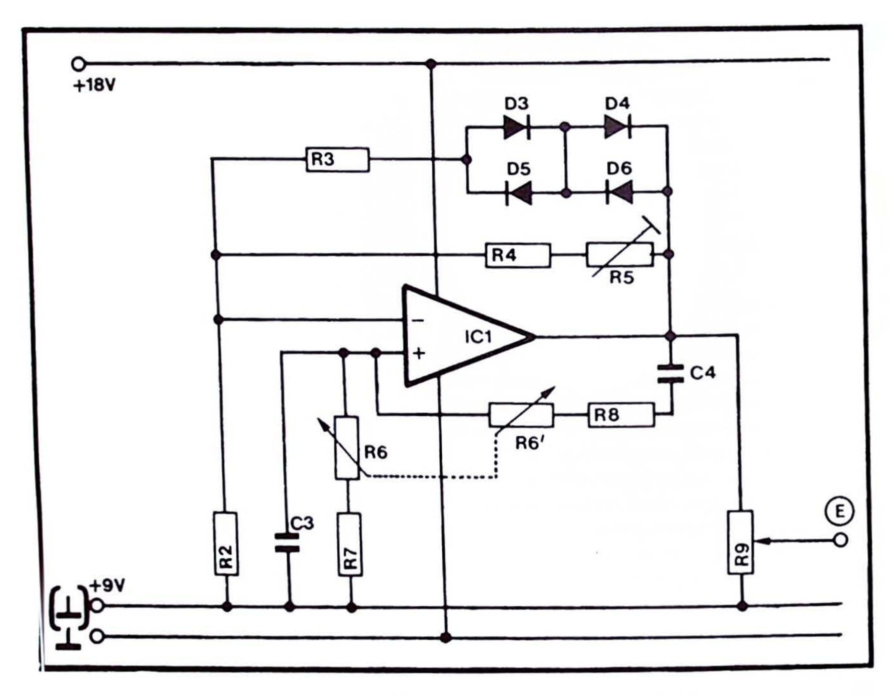


Bild 5. Der Sinusgenerator mit seinen Einstellern für die Frequenz (R6) und die Ausgangsspannung (R9).

Die Sache funktioniert wie folgt: Wenn der Widerstand R1 auf Null Ohm steht, hat der Verstärkungsfaktor den Betrag 1. Das ist zu wenig, deshalb schwingt der Generator nicht. Erhöht man nun den Widerstandswert, so verringert sich die Gegenkopplung, die Verstärkung nimmt zu. Sobald der kritische Wert überschritten wird, beginnt die Schaltung zu schwingen. Erhöht man den Wert noch um einen kleinen Betrag, so würde ohne den Einfluß der Dioden aufgrund der zu hohen Verstärkung Übersteuerung eintreten und sich am Ausgang eine Rechteck-ähnliche Spannung zeigen.

Die kritische Grenze ist hier jedoch dann erreicht, wenn die Dioden zu leiten beginnen. Sobald die Ausgangsspannung auf ca. 0,7 Volt ansteigt, leitet eine der Dioden und schaltet den Widerstand R3 zu R1 parallel. Damit verringert sich aber der Gesamtwiderstand in der Gegenkopplungsleitung, die Verstärkung nimmt ab, ebenfalls die Ausgangsspannung. Sie fällt unter den kritischen Wert.

Auf diese Weise wird die Verstärkung automatisch so geregelt, daß die Dioden an ihrer Leitgrenze arbeiten und keine Übersteuerung auftritt. Während einer Periode der erzeugten Sinusspannung leitet jede der beiden Dioden je einmal.

SCHALTBILD SINUSGENERATOR

In der vollständigen Schaltung des Sinusgenerators (Bild 5) ist das Prinzip aus Bild 4 leicht wieder zu erkennen. Einige Extras dienen der Verbesserung und machen den Umgang mit dem Tremolo in der Praxis angenehmer.

Der Phasenschieber besteht aus den Bauelementen C3, C4, R6, R7 und R8. R6 und R6' sind die beiden Hälften eines Stereopotis, das mit Rücksicht auf eine leichte Einstellbarkeit aller Frequenzen im benötigten Bereich eine logarithmische Ausführung ist. Den beiden variablen Widerständen ist je ein Festwiderstand in Reihe geschaltet, so daß der Einstellbereich keine Gebiete umfaßt, die sowieso nicht benötigt werden. Die Reihenschaltung aus R6'/R8 mit C4 ist gegenüber Bild 4 in umgekehrter Reihenfolge eingezeichnet, dies ist jedoch kein prinzipieller Unterschied, da in jeder Reihenschaltung die Elemente vertauscht werden können.

Der Sinusgenerator arbeitet in einem relativ niedrigen Frequenzbereich, deshalb sind im Phasenschieber recht große Kapazitäten von 1 μF erforderlich. Für diese Bauelemente C3 und C4 dürfen keine Elkos verwendet werden.

Im zweiten Rückkopplungsweg, der die automatische Verstärkungsregelung enthält, sind ebenfalls Erweiterungen zu erkennen. R5 hat einen Reihenwiderstand erhalten, dieser erleichtert den Abgleich von R5. Das Verfahren wurde in Teil 1 besprochen. Statt zwei Dioden sind jetzt vier Dioden D3 bis D6 enthalten. Diese Maßnahme führt zu einer höheren Ausgangsspannung.

Am Ausgang liegt das Potentiometer R9, und zwar sein „heißes" Ende. Die kalte Seite liegt an der Hilfsmasse. Zu beachten ist bei dieser Schaltung, daß der Ausgang nicht, wie bei derartigen Schaltungen üblich, mit dem Ausgang des OpAmps über einen Kondensator verbunden ist, der den Ausgang gleichspannungsfrei machen würde. Der Grund für diesen Verzicht: Aufgrund der niedrigen Frequenz müßte die Kapazität des Kondensators sehr groß sein, und für die nachfolgende Schaltung ist eine Gleichspannungstrennung nicht erforderlich. Will man den (qualitativ recht guten) Sinusgenerator außerhalb der Tremoloschaltung verwenden, so ist ein solcher Trennkondensator in den meisten Fällen vorzusehen.

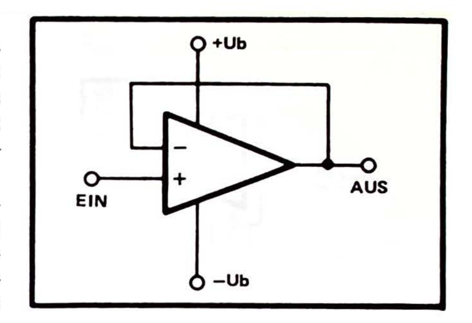


Bild 6. Die Pufferstufe mit dem Verstärkungsfaktor 1 hat eine hohe Eingangsimpedanz und eine niedrige Ausgangsimpedanz.

DIE PUFFERSTUFE

Das zu modulierende Signal gelangt nicht unmittelbar auf den Modulator, sondern über eine Pufferstufe, die eine hohe Eingangs- und eine niedrige Ausgangsimpedanz hat. Auch diese Stufe arbeitet mit einem Operationsverstärker,

Das in Bild 6 dargestellte Prinzip zeigt deutlich, warum der Verstärkungsfaktor der Pufferstufe genau 1 beträgt. Der Ausgang des OpAmp ist mit dem invertierenden Eingang unmittelbar verbunden. Ein OpAmp hat in einer derartigen Schaltung das Bestreben, die Differenz der Signalspannungen an seinen beiden Eingängen möglichst zu Null zu machen, genauer: Die Differenz der Spannungen an den beiden Eingängen erscheint am Ausgang, dort ist sie um den Verstärkungsfaktor des OpAmps höher als am Ein-

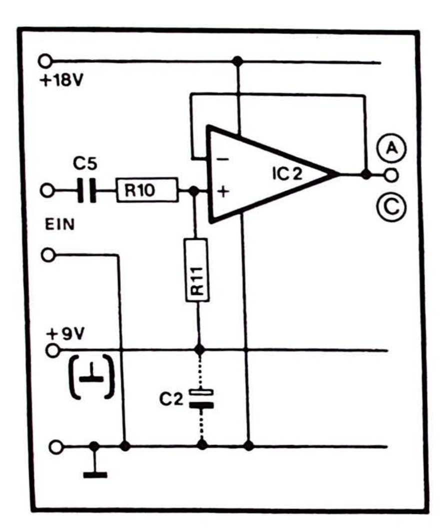


Bild 7. Die Bestandteile der Pufferstufe. Der Spannungsteiler R10/R11 dient als Abschwächer.

gang. Für einen OpAmp, bei dem der Ausgang auf den invertierenden Eingang unmittelbar zurückgeführt wird, geht diese Rechnung aber nur in einem Fall auf, wenn nämlich die Ausgangsspannung um einen sehr kleinen Betrag geringer ist als die Eingangsspannung. Da die Ausgangsspannung zurückgeführt wird, haben die beiden Eingangsspannungen ebenfalls eine sehr geringe Differenz. Diese Differenz ergibt nach Verstärkung wieder die Ausgangsspannung. Die (identischen) Spannungen am invertierenden Eingang und am Ausgang haben demnach praktisch denselben Betrag wie die Eingangsspannung, denn der Verstärkungsfaktor des OpAmp liegt bei 10.000 oder darüber.

Daß die Eingangsimpedanz dieser Schaltung hoch ist, die Ausgangsimpedanz niedrig, kann im Rahmen dieses Beitrags nicht dargelegt werden, dazu müßte die Innenschaltung des integrierten Operationsverstärkers mit in die Betrachtungen einbezogen werden.

Bild 7 zeigt die vollständige Schaltung der Pufferstufe. Das Eingangssignal gelangt über einen Kondensator C5 und einen Spannungsteiler R10/R11 auf den positiven, nichtinvertierenden Eingang des OpAmps. Der Spannungsteiler schwächt das Signal um den Faktor 5 ab, dies ist notwendig, denn am Eingang des Modulators darf die Signalamplitude nicht zu groß sein, sie würde den Modulator übersteuern.

Bild 7 zeigt übrigens deutlich, wie das Prinzip der Hilfsmasse funktioniert. Das Eingangssignal liegt zwischen der mit „EIN" bezeichneten Eingangsklemme („heißer" Anschluß) und der echten Masse („kalter" Anschluß). Die echte Masse ist über den Kondensator C2 in der Stromversorgung (hier gestrichelt eingezeichnet) mit der Hilfsmasse verbunden. Der Kondensator hat einen vernachlässigbar kleinen Wechselstromwiderstand, deshalb kann die Hilfsmasse als kalter Anschluß betrachtet werden, so daß das Eingangssignal tatsächlich über C5 an dem Spannungsteiler R10/R11 liegt.

DIE MODULATION

Der Schaltungsteil, der die eigentliche Modulation des Signals vornimmt, enthält einen FET (Feldeffekttransistor). Eine Schaltung dieser Art wurde in P.E. noch nicht beschrieben, deshalb wird hier ihre Funktionsweise ausführlich erläutert.

In Teil 1 hieß es, daß die Wirkungsweise des Tremolos mit dem schnellen Verdrehen eines Lautstärkepotis verglichen werden kann. Die Elektronik tut im Prinzip dasselbe: Der Widerstand eines Bauelementes wird elektronisch variiert.

Ein dafür geeignetes Bauelement ist der FET. In Heft 3 wurde unter dem Titel „Wie funktioniert das?" das Wichtigste über Feldeffekttransistoren bereits gesagt. Die Eigenschaft des FET, die hier von Bedeutung ist, wird anhand von Bild 8 erklärt. In der Drain-

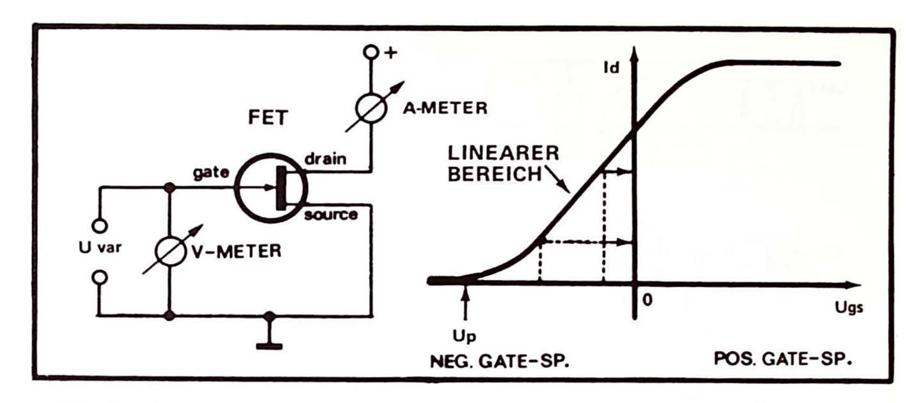


Bild 8. Der Feldeffekttransistor FET und eine seiner wichtigsten Eigenschaften: Der FET-Strom, der von Plus über Drain und Source nach Masse fließt, hängt in charakteristischer Weise von der Spannung zwischen Gate und Source ab.

Leitung des FET liegt ein Ampèremeter. Am Eingang der Stufe (Gate und Source) liegt eine variable Spannung, die mit einem Voltmeter gemessen wird.

Macht man die Spannung am Gate (gegen Source) stark negativ, so zeigt das Ampèremeter keinen Strom. Bei einer etwas weniger negativen Spannung, hier als Up bezeichnet, setzt der Drainstrom ein, er fließt von Plus über Drain und Source nach Masse. Beim weiteren Erhöhen der Gatespannung steigt der Drainstrom weiter an, allerdings ist der Zusammenhang nicht linear, d.h. wenn man die Spannung um gleiche Schritte erhöht, sind die Stromänderungen nicht gleich groß. Dieser Bereich wird als nichtlinear bezeichnet.

Beim weiteren Verringern der negativen Gatespannung wird der lineare Bereich erreicht. In diesem Bereich betreibt man im allgemeinen den FET. Die Gatespannung kann noch weiter erhöht werden; man erreicht dann den Punkt, bei dem die Spannung ihr Vorzeichen wechselt, darüber ist die Spannung positiv. Der Drainstrom steigt bis in den Bereich positiver Gatespannung weiter an, allerdings zeigt sich auch hier ein nichtlineares Übergangsgebiet, das, wie die Graphik in Bild 8 rechts zeigt, in einen Bereich mit konstantem Drainstrom mündet.

In dem linearen Bereich mit negativer Gatespannung verhält sich der FET wie ein variabler Widerstand. Den Widerstandswert kann man mit der Gatespannung einstellen, denn es fließt bei konstanter Drainspannung (+) ein von der Gatespannung abhängiger Strom. Um diese Eigenschaft des FET zu nutzen, schaltet man den Transistor mit einem Festwiderstand zu einem variablen Spannungsteiler zusammen. Diesen Teiler speist man mit der zu modulierenden Signalspannung. Daß sich bei Modulation der Gesamtwiderstand des Spannungsteilers ändert, was bei einem als Spannungsteiler geschalteten Poti nicht

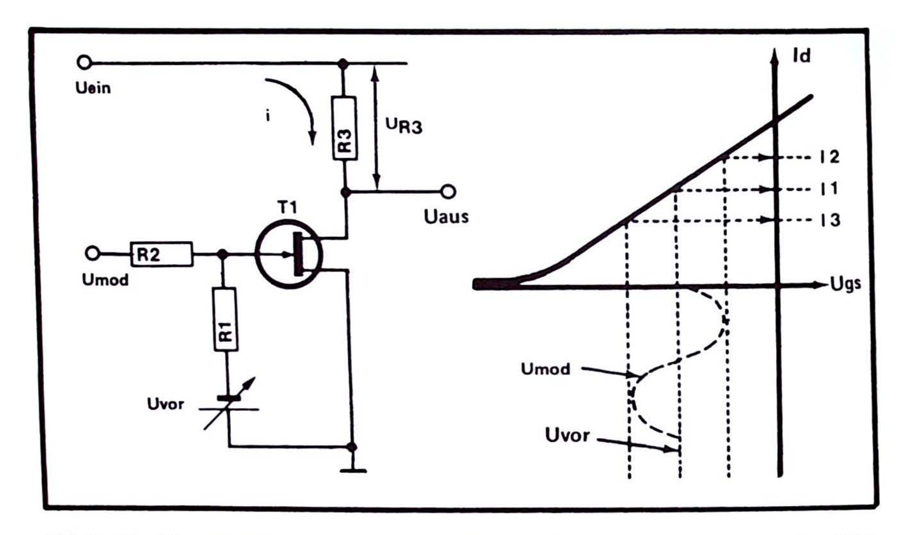


Bild 9. Die Eingangsspannung wird in ihrer Amplitude moduliert, wenn sich der FET-Strom ändert. Die Steuerspannungen Umod und Uvor beeinflussen den FET-Strom.

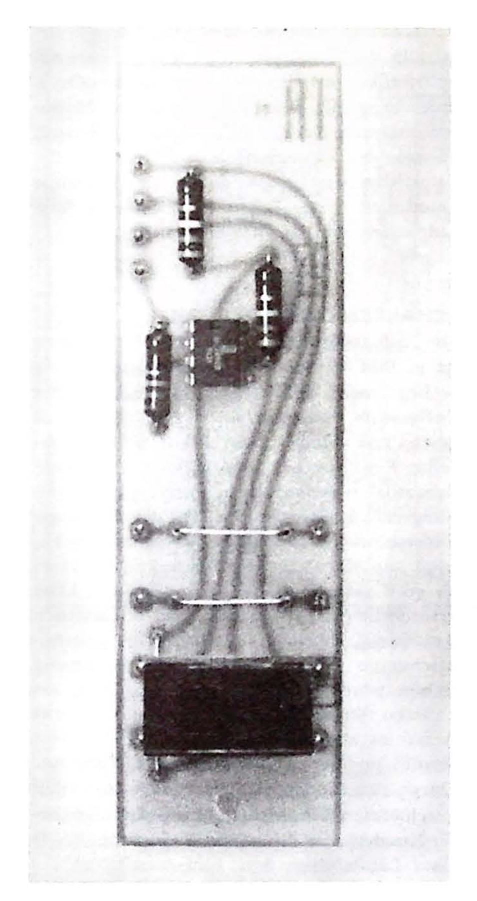
der Fall ist, stört nicht, wenn der Innenwiderstand der Spannungsquelle ausreichend niederohmig ist.

Bild 9 zeigt das Prinzip der Modulation. R3 ist der Festwiderstand, der zusammen mit dem FET T1 den variablen Spannungsteiler bildet. Der Knotenpunkt des Spannungsteilers ist gleichzeitig der Ausgang des Modulators.

Auf das Gate des FETs als Steuereingang des Modulators gelangen zwei Spannungen: eine Gleichspannung und das Modulations-Steuersignal. Die beiden Spannungen werden über Widerstände R1 und R2 auf den Gateanschluß geführt.

Die in Bild 9 als Uvor (von Vorspannung) bezeichnete Gleichspannung hat den Zweck, den Arbeitspunkt des FETs – das ist die Gleichspannungseinstellung des FETs ohne Modulationssignal – in die Mitte des linearen Bereichs zu lokalisieren. Bei dieser Spannung (mittlere gestrichelte senkrechte Linie in der Graphik Bild 9 rechts) fließt im FET der Drainstrom Id = I1. Dieser Strom fließt ebenfalls durch den Widerstand R3 und erzeugt an diesem einen bestimmten Spannungsabfall. Die Ausgangsspannung ist gleich Eingangsspannung minus Spannungsabfall an R3.

Die niederfrequente Modulationsspannung, die vom Sinusgenerator kommt und über R2 zum Gate gelangt, bewirkt, daß die Gatespannung um den Arbeitspunkt variiert. Ebenfalls ändert sich dadurch auch der Drainstrom, er steigt während der positiven Halbwelle des steuernden Sinussignals auf den Betrag I2, während der negativen Halbwelle fällt er auf den Wert I3. Der modulierte Strom erzeugt an R3 eine modulierte Spannung. Da diese Spannung von der



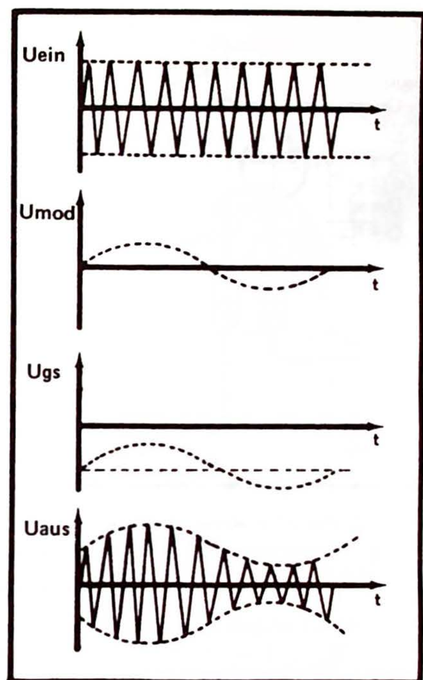


Bild 10. Die Spannung an den wichtigsten Schaltungspunkten des Modulators. Im dritten Bild ist der vom Sinusgenerator kommenden Modulationsspannung Umod die negative Einstellspannung Uvor überlagert.

Eingangsspannung subtrahiert wird, ist die Ausgangsspannung ebenfalls moduliert.
Bild 10 zeigt die Wirkungsweise der Modulation auf rein graphische Weise. Die Eingangsspannung ist idealisiert als Wechselspannung mit konstanter Amplitude dargestellt. Das sinusförmige Steuersignal für den Modulator (zweites Bild) ist im dritten Bild der negativen Vorspannung überlagert, die dargestellte Spannung wird am Gate des FET wirksam. Das letzte Bild zeigt die Ausgangsspannung.
Die relativ einfache Schaltung in Bild 9 hat den Nachteil, daß der Zusammenhang zwischen Gatespannung und Drainstrom nur dann linear ist, wenn die Amplitude der Eingangsspannung im Bereich von einigen hundert Millivolt bleibt. Eine höhere Spannung über der Drain/Source-Strecke verarbeitet

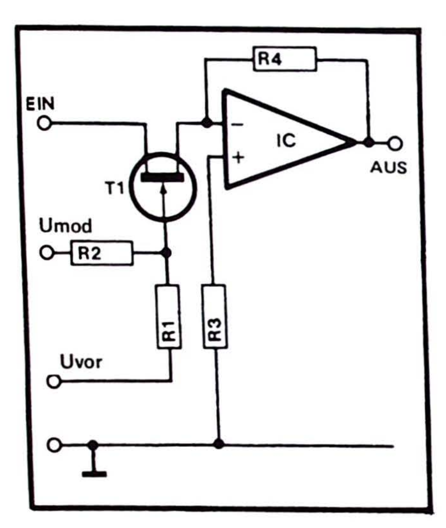


Bild 11. Der FET als variabler Widerstand in einem Spannungsteiler, der den Verstärkungsfaktor des OpAmps bestimmt.

der FET nicht mehr sauber, das Ausgangssignal wird verzerrt. Der bereits besprochene Spannungsteiler vor dem Impedanzwandler setzt die Eingangsspannung in ausreichendem Maße herab, dafür ist jedoch hinter dem FET eine Spannungsverstärkung notwendig. Dazu dient wiederum ein Operationsverstärker. Nun liegt der Eingang des OpAmps nicht einfach am Knotenpunkt des Spannungsteilers in Bild 9, vielmehr gibt es eine elegantere Lösung. Der Verstärkungsfaktor des als invertierender Verstärker geschalteten OpAmps in Bild 11 bestimmt sich durch das Verhältnis zweier Widerstände, dies sind R4 und ein Widerstand zwischen dem Eingang „EIN" und dem invertierenden Eingang des OpAmp. Statt dieses letztgenannten Widerstandes liegt der FET als variabler Widerstand im Eingang. Der FET ist, wie bereits in der Schaltung Bild 9, auf einen Arbeitspunkt im linearen Bereich seiner Kennlinie eingestellt. Beim Einschalten des Modulationssignals ändert sich sein Widerstand, ebenso das Spannungsteilerverhältnis, das damit den Verstärkungsfaktor des OpAmps „moduliert". Das Ergebnis ist dieselbe Ausgangsspannung wie in Bild 10 unten.

SCHALTBILD MODULATOR

Die vollständige Schaltung des Modulators ist in Bild 12 angegeben. Der Signaleingang A liegt nicht unmittelbar am Ausgang der Pufferstufe, sondern über zwei antiseriell geschaltete Elkos. Diese Elkos erfüllen dieselbe Funktion wie der übliche Trennkondensator zwischen zwei nicht gleichspannungsgekoppelten Stufen. Da der Eingangswiderstand des Modulators recht niedrig ist, muß die Kapazität des Trennkondensators so groß sein, daß auf jeden Fall ein Elko erforderlich ist. Elkos sind aber bekanntlich polarisiert, d.h. an dem mit Plus gekennzeichneten Anschluß muß die Spannung immer positiver sein als die Spannung am anderen Anschluß. Die Spannung an Punkt A nimmt aber in Bezug auf die Hilfsmasse sowohl positive als auch negative Werte an. Durch den Kunstgriff der beiden antiseriell geschalteten Elkos entsteht ein unpolarisierter Kondensator mit großer Kapazität.
Zur Einstellung des FET-Arbeitspunktes dient ein Trimmerpoti R14, dessen äußere Anschlüsse an der positiven Speiseleitung und der (echten) Masse liegen. Diese Einstellvorrichtung ist unvermeidlich, denn bei der FET-Herstellung hat man es nicht im Griff, den linearen Bereich der Kennlinie immer derselben Gatespannung zuzuordnen. Sogar unter FETs desselben Typs und derselben Charge können die Streuungen so groß sein, daß eine Einstellung des Arbeitspunktes mit Festwiderständen nicht möglich ist. Deshalb muß bei jedem FET der Arbeitspunkt geson-

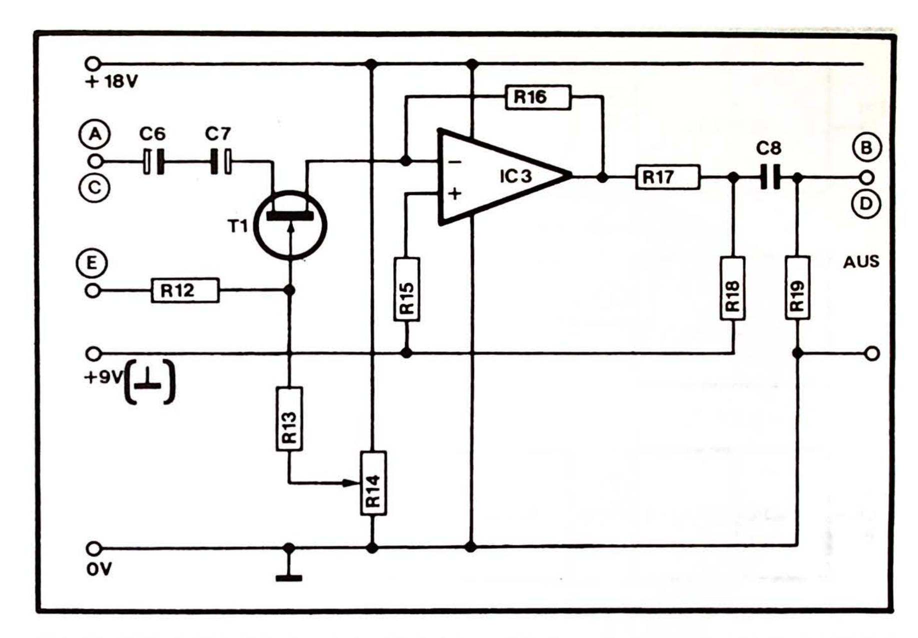


Bild 12. Vollständige Schaltung des Modulators. Die Besonderheiten sind im Text erläutert.

dert eingestellt werden; das Abgleichverfahren wurde in Teil 1 beschrieben.

Modulationsspannung und Vorspannung für den FET werden über zwei relativ hochohmige Widerstände R12 und R13 gemischt. Dieser Schaltungsteil entspricht im Prinzip dem passiven Widerstandsmischer, wie er in der vorigen Ausgabe beim Minimix beschrieben wurde.

Das Ausgangssignal des Operationsverstärkers IC3 wird mit einem Spannungsteiler R17/R18 abgeschwächt, damit es die gleiche Amplitude hat wie am Eingang des Tremolobausteins. Das Tremolo kann also in eine Übertragungskette geschaltet werden, ohne daß sich die Amplitude durch diese Maßnahme ändert. Das Netzwerk C8/R19 koppelt das Signal gleichspannungsfrei aus.

ZUSAMMENFASSUNG TREMOLO

Bild 13 zeigt, wie die oben beschriebenen Funktionsblöcke zusammengehören. Die Buchstaben A bis E sind auch in den Teilschaltbildern wiederzufinden. Die Gesamtschaltung des Tremolobausteins findet sich in Heft 5, Seite 23.

LESLIE-FUNKTION

Beim Leslie werden die beiden Kanäle einer Stereo-Anlage gegensinnig moduliert; während im einen Kanal die Lautstärke zunimmt, nimmt sie im anderen ab. Die Ge-

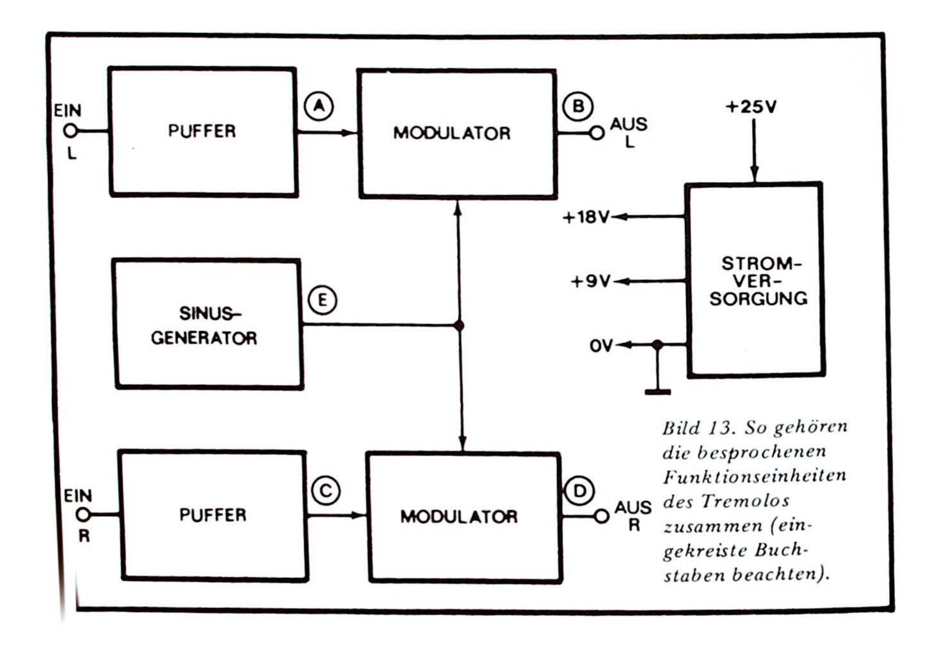


Bild 13. So gehören die besprochenen Funktionseinheiten des Tremolos zusammen (eingekreiste Buchstaben beachten).

samtlautstärke bleibt konstant. Dies im Gegensatz zu einem 2-Kanal-Tremolo, bei dem die beiden Kanäle gleichsinnig (phasengleich) moduliert werden.

Wie in Teil 1 beschrieben, muß eines der beiden Steuersignale für die Modulatoren in der Phase umgekehrt werden. Deshalb besteht der Leslie-Zusatz lediglich aus einer Phasenumkehrstufe und einem Umschalter, mit dem man zwischen Tremolo- und Leslie-Effekt wählen kann. Im Blockbild, das hier wiederholt wird (Bild 14), sind die beiden Pufferstufen weggelassen, da sie mit dem Leslie-Prinzip nichts zu tun haben.

DER –1 -VERSTÄRKER

Die Phasenumkehrstufe dient lediglich dem Zweck, den ihre Bezeichnung zum Ausdruck bringt; eine Verstärkung oder Abschwächung des zugeführten Signals darf nicht erfolgen, der Verstärkungsfaktor ist 1. Die Bezeichnung „Minus-Eins-Verstärker“ erfaßt daher treffend die typischen Merkmale einer Phasenumkehrstufe.

Mit einem OpAmp läßt sich der —1 - Verstärker ganz einfach aufbauen; da bereits der Tremolobaustein mit OpAmps arbeitet und die erforderliche symmetrische Speisespannung bereits dort erzeugt wird, ist die Verwendung eines OpAmps auch im Leslie angezeigt.

Bild 15 dient zur Erklärung des Prinzips der Schaltung. Die Speisung erfolgt mit einer positiven und einer negativen 9 Volt-Spannung; beide Angaben beziehen sich wiederum auf die Hilfsmasse, die auch hier benötigt wird. Der nichtinvertierende, positive Eingang des OpAmps liegt an der Hilfsmasse. Das zu invertierende (in der Phase umzukehrende) Signal gelangt über R1 auf den

Bild 14. Blockbild des elektronischen Leslie.

mit Minus bezeichneten, invertierenden Eingang. Außerdem ist der invertierende Eingang über R2 mit dem Ausgang des OpAmps verbunden, dieser Punkt ist gleichzeitig der Ausgang der Phasenumkehrstufe. Für die richtige Funktion ist es sehr wichtig, daß die beiden Widerstände R1 und R2 gleiche Werte haben.

In der Modulatorschaltung Bild 12 bildete der FET mit dem Rückkopplungswiderstand R16 einen Spannungsteiler, der den Verstärkungsfaktor des OpAmps bestimmte. In Bild 15 bilden die Widerstände R1 und R2 diesen Spannungsteiler, dabei handelt es sich um zwei Festwiderstände mit gleichen Werten. Wieso aufgrund der gleichen Widerstandswerte der Verstärkungsfaktor 1 beträgt, wird im folgenden ausführlich dargelegt.

Ein OpAmp verstärkt die Differenzspannung

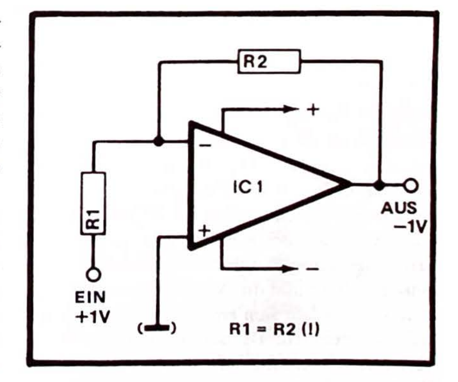
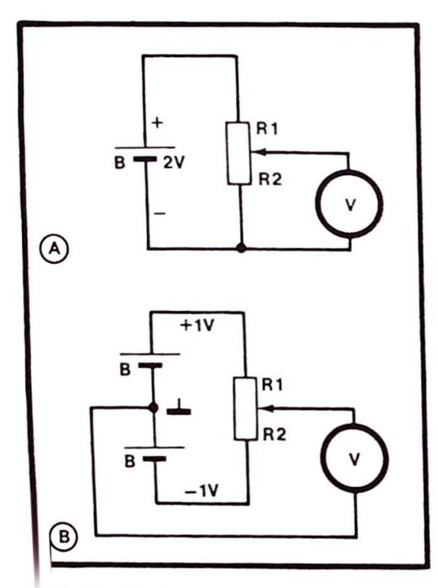


Bild 15. Zum Prinzip der Phasenumkehrstufe. Bei gleichen Widerstandswerten von R1 und R2 hat der Verstärkungsfaktor den Betrag 1.



ild 16. *Mit diesen beiden einfachen Spannungsteilern lassen sich die Spannungsverhältnisse in Bild 15 vereinfacht darstellen.*

zwischen seinen Eingängen, das Ausgangssignal ist um den Verstärkungsfaktor des verwendeten OpAmp-Typs höher als die Differenzspannung. Diesen Zusammenhang könnte man als Gleichung mit zwei Unbekannten zum Ausdruck bringen: Bekannt ist der Verstärkungsfaktor, unbekannt sind die Differenzspannung und die Ausgangsspannung.

Aus Bild 15 läßt sich ein zweiter Zusammenhang entnehmen. Da der positive, nicht invertierende Eingang auf Masse (Null Volt) liegt, ist die Spannung am invertierenden Eingang gleich der Spannungsdifferenz zwischen den beiden Eingängen. Diese Spannung tritt am Knotenpunkt eines Spannungsteilers auf, der auf der einen Seite mit der Eingangsspannung, auf der anderen Seite mit der Ausgangsspannung gespeist wird. Bekannt sind in diesem Zusammenhang die Eingangsspannung (sie wird mit 1 Volt angenommen) und die Abschwächung des Spannungsteilers, die bei gleichen Widerstandswerten 1/2 beträgt. Unbekannt sind wiederum die Differenzspannung und die Ausgangsspannung.

Zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten lassen sich bekanntlich lösen, und so nimmt die Schaltung Bild 15 einen genau berechenbaren Zustand ein. In der Praxis rechnet man nicht mit dem tatsächlichen Verstärkungsfaktor des OpAmps, sondern setzt ihn als unendlich an. Dieses Wunderding mit dem unendlichen Verstärkungsfaktor ist natürlich in der Lage, die Ausgangsspannung durch Verstärkung einer unendlich kleinen Differenzspannung zu erzeugen. Die Differenzspannung zwischen den Eingängen ist daher (idealisiert) Null. Da der untere Eingang bereits auf Null Volt liegt, ist auch der obere, invertierende Eingang und Knotenpunkt des Spannungsteilers auf Null Volt. Mit welcher Ausgangsspannung des OpAmps muß man einen Spannungsteiler speisen, dessen anderes Ende auf +1 Volt liegt und dessen Knotenpunkt genau Null ist?

Zur Beantwortung dieser Frage dient die Hilfskonstruktion in Bild 16. Verbindet man ein lineares Poti mit einer Batterie (Bild 16 A) und mißt man mit einem Voltmeter die Spannung zwischen dem Abgriff und dem unteren Anschluß des Potis, so stellt man fest, daß sich die abgegriffene Spannung zur Batteriespannung verhält wie der abgegriffene Teilwiderstand zum Gesamtwiderstand des Potis. Steht der Abgriff exakt in Mittelstellung und beträgt die Batteriespannung 2 Volt, so zeigt das Instrument 1 Volt an. Die beiden Teilwiderstände R1 und R2, die zusammen den Gesamtwiderstand des Potis bilden, haben in diesem Fall gleiche Werte.

In Bild 16 B wird das Poti aus zwei 1 Volt-

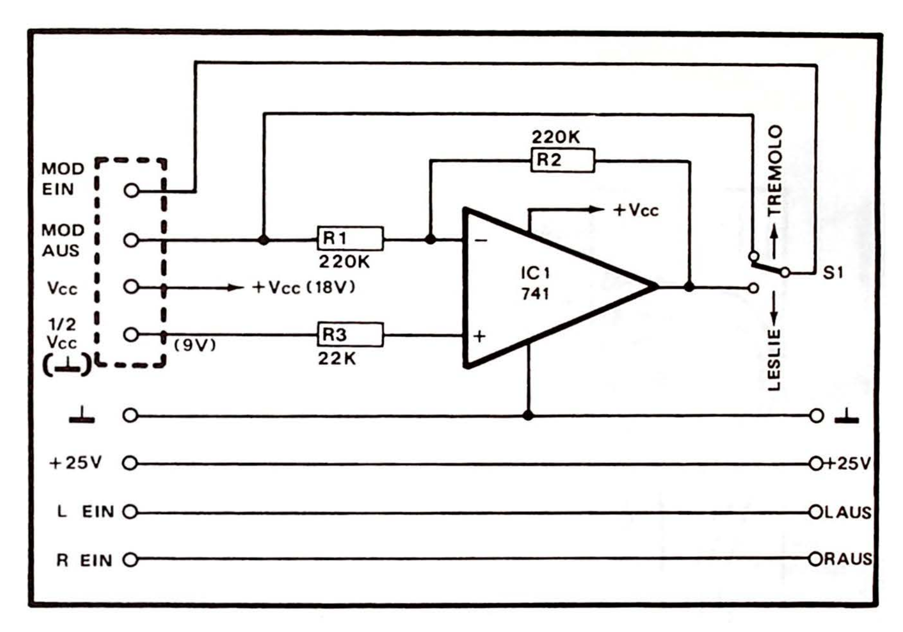


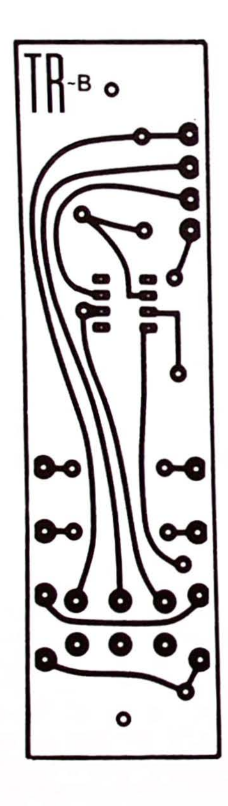
Bild 17. Diese einfache Schaltung erweitert das Tremolo zum elektronischen Leslie.

Batterien gespeist, die so geschaltet sind, daß der obere Potianschluß auf +1 Volt liegt, der andere auf –1 Volt. Das Voltmeter zeigt zwischen dem Abgriff des Potis und Masse (d.i. der Bezugspegel Null Volt zwischen den Batterien) genau Null Volt, wenn der Abgriff in Mittelstellung ist. Auch in dieser Schaltung verteilt sich die gesamte Batteriespannung gleichmäßig auf die beiden Teilwiderstände R1 und R2. Die Mitte zwischen +1 Volt und –1 Volt ist Null Volt.

Zurück zu Bild 15: Die beiden gleichgroßen Widerstände R1 und R2 können als Poti aufgefaßt werden, dessen Abgriff in Mittelstellung steht und mit dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers verbunden ist. Wenn über der einen Potihälfte (R1) die Spannung +1 Volt steht und die Spannung am Abgriff soll Null Volt betragen, dann muß über der anderen Potihälfte (R2) die Spannung –1 Volt stehen.

So erzeugt der OpAmp aus der Eingangsspannung von +1 Volt eine Ausgangsspannung von –1 Volt. Er „duldet" keine Differenzspannung zwischen seinen Eingängen; der Rest folgt aus der Tatsache, daß die beiden Widerstände gleiche Werte haben.

Natürlich muß auch der nichtideale OpAmp mit seinem endlichen Verstärkungsfaktor in der Schaltung Bild 15 funktionieren. Er tut es wie folgt: Der invertierende Eingang ist um Bruchteile eines Millivolts positiver als der nichtinvertierende, der auf Masse liegt. Am Ausgang erscheint diese Differenzspan-



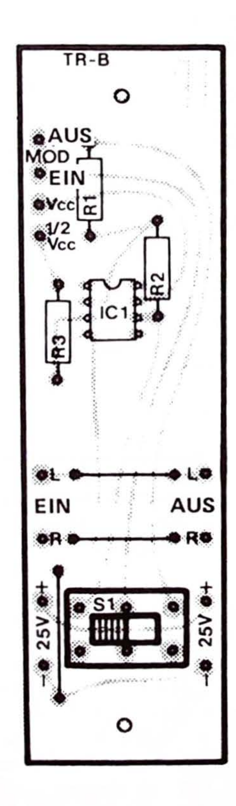


Bild 18. Schön ist er nicht, der Leslie-Print, aber zweckmäßig. Alle Ein- und Ausgänge sind so angeordnet, daß sich kürzeste Verbindungen zu den anderen Moduln ergeben.

Bild 19. Beim Bestücken sind die drei Drahtbrücken nicht zu vergessen, außerdem ist besonders auf die richtige Einbaulage des ICs zu achten.

nung verstärkt und invertiert (in der Polarität umgekehrt). Aus der kleinen positiven Spannung wird eine „große" negative. Sie ist nicht exakt −1 Volt, sondern etwas weniger negativ, also positiver. Dies muß so sein, damit am invertierenden Eingang und Knotenpunkt des Spannungsteiler die Spannung ein wenig positiv ist, denn der OpAmp braucht etwas, das er verstärken kann. Dieses Etwas ist um so kleiner, je höher der Verstärkungsfaktor des OpAmps ist. Dies gilt auch für die Abweichung der Ausgangsspannung vom exakten Wert −1 Volt. Diese Abweichung ist aber auf jeden Fall viel geringer als der Fehler, der durch Exemplarstreuungen der Widerstandswerte von R1 und R2 entsteht.

Die bei der Besprechung von Bild 15 gewählte Eingangsspannung von +1 Volt ist nur ein Beispiel. Der OpAmp macht bis zur Übersteuerung mit allen Eingangsspannungen, auch negativen und Wechselspannungen dasselbe: Er invertiert sie, kehrt sie in der Phase um. Der Spannungswert bzw. die Amplitude bleibt unverändert.

SCHALTBILD UND BAUHINWEISE LESLIE

Bild 17 zeigt die vollständige Schaltung der Leslie-Einheit.

Die beiden symmetrischen Speisespannungen und die Hilfsmasse werden vom Erzeugerteil in der Tremoloeinheit übernommen. Der positive Eingang des OpAmps liegt nicht unmittelbar an Masse, sondern über einen Widerstand 22 Kiloohm. Dies hat mit der Kompensation von Temperatureinflüssen zu tun, nichts mit dem Prinzip.

Das vom Ausgang „Mod. Aus" der Tremoloeinheit kommende Modulationssignal gelangt über den ausreichend diskutierten Widerstand R1 auf den invertierenden Eingang des OpAmps. Erwartungsgemäß liegt zwischen diesem Eingang und dem Ausgang des OpAmps ein gleichgroßer Widerstand. S1 ist der Umschalter, mit dem man zwischen gleichphasiger Modulation (Tremolo) und gegenphasiger Modulation (Leslie) der beiden Kanäle wählen kann.

Die beiden Haupt-Speiseleitungen 25 Volt und Masse sowie die beiden Signalleitungen des rechten und linken Kanals werden in dieser Einheit einfach von der Eingangs- zu Ausgangsseite geführt, da sie keiner Bearbeitung bedürfen.

Zum Bestücken und Montieren gibt es nicht viel zu sagen. Die drei Drahtbrücken sind nicht zu vergessen, der Schalter wird mit kurzen Drahtenden unmittelbar auf den Print montiert. Die Befestigungslaschen des Schalters sind vorher abzusägen, damit die Einheit in der Breite nicht mehr Platz benötigt als aufgrund anderer Gesichtspunkte erforderlich.

Zur Verbindung von Print und Frontplatte dienen zwei Schrauben M3 und Abstandsröhrchen mit 8 Millimeter Länge.

Der Zusammenbau von Leslie und Tremolo ist unproblematisch. Die Anschlüsse mit gleichen Bezeichnungen stehen sich in kürzestem Abstand gegenüber.

Auf der Eingangsseite der Kombination ändert sich nichts. Als Ausgang können die betreffenden Anschlüsse des Tremolos dienen, konsequenter innerhalb des Modulsystems ist es jedoch, die Ausgänge der Leslie-Einheit zu benutzen.

STÜCKLISTE

WIDERSTÄNDE 1/4 WATT:
R1 = 220 k-Ohm
R2 = 220 k-Ohm
R3 = 22 k-Ohm

HALBLEITER:
IC1 = 741, Mini-DIL

SONSTIGES:
1 Miniatur-Schiebeschalter, 1 x UM

DER TIP 1 2 3 4 5 6 7

(Ab-)Isolieren

6.1 ABISOLIEREN

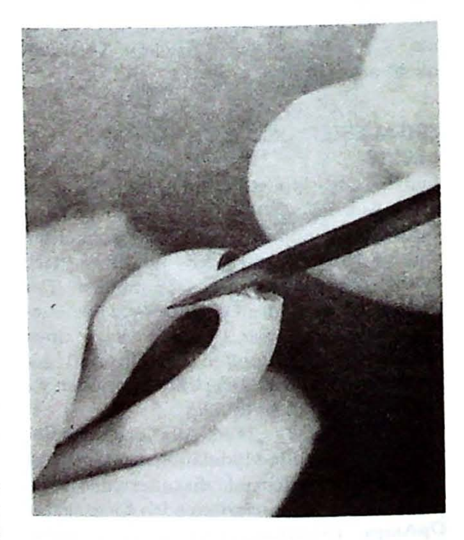
Hierzu sollte man grundsätzlich eine Abisolierzange verwenden. Es gibt nur wenige Spezialisten, die Schaltdraht oder -Litze mit dem Seitenschneider so bearbeiten können, daß der Draht nicht gequetscht oder angekratzt wird und die Litze keine Ader verliert. Der kleine Zwischenraum zwischen Isolierung und verlötetem Kabelende ist sowieso die schwächste Stelle eines auf Biegung beanspruchten Kabels, und genau dort kann man eine Sollbruchstelle am wenigsten gebrauchen.
Die Einstellung der Zange auf den Kabeldurchmesser gelingt selten auf Anhieb, die Mühe lohnt sich aber, wenn man sauber arbeiten will.

6.1.1 Draht

Keine Besonderheiten, falls 6.1 berücksichtigt wird.

6.1.2 Litze

Da die feinen Drähte der abisolierten Kabelenden leicht aufspleißen, d.h. in irgendeine Richtung aufbiegen bis sie vorverzinnt werden, kann man sich folgenden „Dreh" angewöhnen: Das abgetrennte Röhrchen der Isolation wird nicht sofort abgezogen, sondern man „dreht" es schraubenförmig herunter, wobei man mit Daumen und Zeigefinger der betreffenden Hand beim Drehen das Röhrchen so kräftig zu-



Bei abgeschirmtem Kabel wird zuerst der äußere Kabelmantel mit einem Messer geöffnet. Dazu knickt man das Kabel eng zusammen.

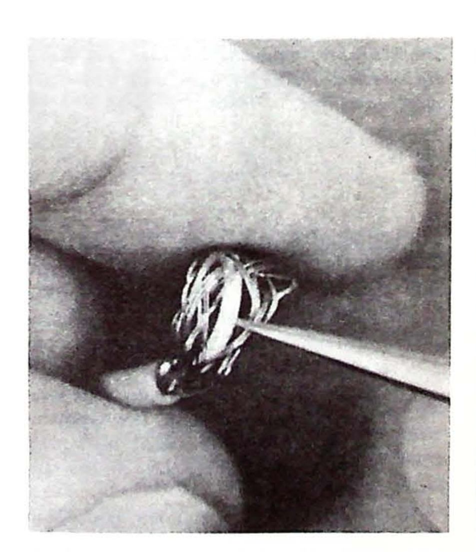
sammendrückt, daß die Enden des Kabelendes stramm verdrillt werden. Zu diesem Dreh gehört aber noch, daß man beim Drehen das Röhrchen nicht ganz abzieht. Es schützt also die nahezu perfekt verdrillten Drähte bis zum Verzinnen vor dem unbeabsichtigten Aufspleißen. Und schließlich muß man wissen, ob die Drähte des betreffenden Kabels links herum oder rechts herum verdrillt sind, denn das „Drehen" muß in der Kabeldrillrichtung und nicht entgegengesetzt erfolgen!

Nun klemmt man irgendwie ein Stück Lötdraht so fest, daß ein Stück freiwaagerecht vorsteht und verzinnt das Kabelende, nachdem man vorher schnell noch das Röhrchen abgestreift hat.

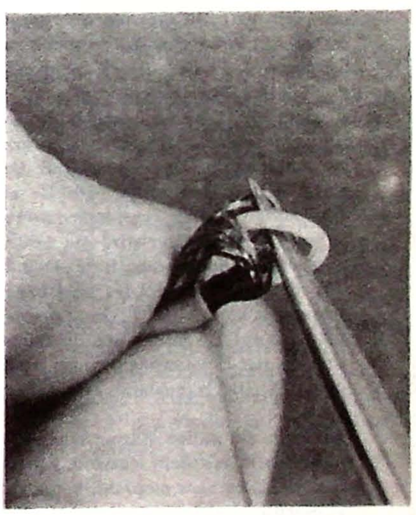
6.1.3 Abgeschirmtes Kabel

Beim Herausziehen der Signalader aus einem gedrillten Schirm gibt es keine Schwierigkeiten. Anders ist es mit einem Schirm-Netzgeflecht. Hier lohnt es sich, ein bewährtes Verfahren anzuwenden.

Die wesentlichen Punkte dabei gehen aus den Bildern 1 bis 3 und den Bildunterschriften hervor. Solange nicht – wie bei einem Kabelbäumchen für einen Stereo-Diodenstecker – die Längen der einzelnen Adern wegen der Klemmstelle für die Zugentlastung aufeinander genau abgestimmt sein müssen, gibt es noch folgende Empfehlung: Man lege ein reichlich langes Stück Ader von Schirmgeflecht frei, etwa 25 mm. Damit wird auch ein ent-

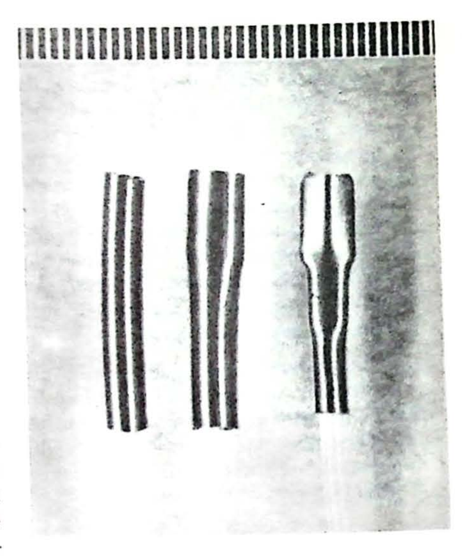


Ist der Kabelmantel abgezogen, dann schiebt man das Abschirmgeflecht zusammen und öffnet es mit der Nadelpinzette oder mit einer Reißnadel . . . . .



. . . . . und zieht das innere Kabel aus der Geflechtöffnung. Anschließend wird das Netzgeflecht geradegezogen und verdrillt. Dann entfernt man die Isolation.

sprechend langes Stück Schirmgeflecht frei, das man endgültig noch einschließlich etwa dem Lötende eines Lötstiftes mit Schrumpfschlauch isolieren sollte. Vorher kürzt man auf die zweckmäßige Länge. Abschneiden kann man ja immer, dazuschneiden nicht!



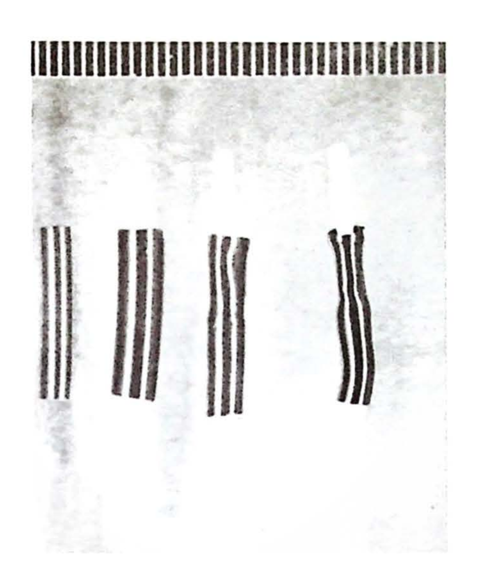
Ein Schrumpfschlauchstück lose, auf Kabel mit Steckschuh aufgezogen und schließlich aufgeschrumpft.

6.2 ISOLIEREN MIT WÄRME-SCHRUMPFSCHLAUCH

Der sicherheitstechnische und ästhetische „Touch" etwa bei Uniflex-Kabeln oder in anderen Verdrahtungen ist eine Isolierung der Kabelenden mit Schrumpfschlauch von 3,2 und 2,4 mm *Innen*durchmesser. Erst seit einiger Zeit ist PVC-Wärme--Schrumpfschlauch „Helashrink-Electrovin" zu bekommen. Früher erhielt man nur Polyäthylen-Wärme-Schrumpfschlauch. PVC-Schrumpfschlauch kostet nur noch etwa 1/3. Er ist schwarz, von glänzender Oberfläche und beginnt schon bei etwa 100 °C zu schrumpfen. Die empfehlenswerte Schrumpf-Temperatur wird mit 160 °C angegeben. Die Schrumpfrate ist 2:1, d.h. der Innenϕ des 2,4er Schlauches schrumpft auf bis auf 1,2 mm, der des 3,2er bis auf 1,6 mm. Auch die Länge ist nach der Erwärmung geringer, etwa um 10%. Die Wandstärke ist nachher 0,5 mm.

Wie nun die nötige Wärme erzeugen? Sicher nicht mit dem Haarfön, wie ein großes Bastlerhaus empfahl. Wenn der ausreichte, bekämen wir bald selbst Schrumpfköpfe. Es gibt viele verwendbare Wärmequellen. Wer einen Bunsen-Gasbrenner hat, nehme den. Mit einer kleinen — weil sparsamen — Gasherdflamme geht es auch. In genügender Nähe eines Lötkolbens geht es ebenfalls. Der Autor nimmt regelmäßig ein „Großgasfeuerzeug", den Butan-Gas-Lötbrenner. Eine 250 g Butan-Patrone reicht für ein Regalfach voll Geräte. Damit ist gesagt, daß auch ein Gas-Taschenfeuerzeug geht. Die Gasflamme des Lötbrenners stellt man nach dem Zünden so klein, also so sparsam wie möglich.

Die über die Kabelenden gestreiften Schrumpfschlauchstücke werden in der richtigen Entfernung über der Flamme erwärmt, bis das Schrumpfen erfolgt ist. Das dauert wenige Sekunden, wobei man das Kabel in achtbarer Entfer-



Das Gleiche mit dem Beispiel Kabel an Lötstift. Je nach Kabeldicke engeren oder weiteren Schrumpfschlauch nehmen.

nung vom Ende hält und langsam bis schnell dreht. Wenn der Schlauch schmilzt und verschmort, dann war es zu heiß. Hier gibt es nichts wie erproben und immer neben, nicht in die Flamme halten.

Das Schrumpfen mit dem Lötkolben ist nichts für Dauer. Hat man einen Schrumpfschlauch an einem Gerät, z.B. einem Steckdosen-Kontakt zu schrumpfen, der nicht über der Flamme gedreht werden kann, dann ist dafür der Lötkolben geeignet, mit dem man „berührungsfrei" um das Schlauchstück kreist; bei der ersten Berührung mit dem Kolben schmilzt der Schlauch. Teile davon kleben am Kolben fest und verschmoren darauf.

Nun noch die Größe der Schlauchstücke. Für die Steckschuhe des Uniflex-Kabels – sie sollen in ihrer ganzen Länge, einschließlich eines Abschnittes der Kabelisolierung als Knickschutz überzogen werden – sind 22 mm Länge von 3,2 mm Innenϕ ausreichend. Für die Kabelenden mit Lötstiften braucht man Stücke von 15 mm Länge und 2,4 mm Innenϕ.
Man schiebt die Schlauchstücke so auf, bzw. richtet sie direkt vor dem Schrumpfen nochmals so aus, daß sie bei den Steckschuhen etwa 1 mm vorstehen, bei den Lötstiften über dem Bund hinweg noch 1 mm über das Kontaktende reichen. Alles sollte nebenan gut erkennbar sein. Die kleinen Lappen an den Steckschuhen haben die Eigenart, sich bei nicht ganz geschicktem Erwärmen als blanke Nasen durch den geschrumpften Schlauch zu bohren. Wem dieses Mißgeschick öfter passiert, der biege die Nasen vorsichtig flach, die Funktion der Steckschuhe leidet darunter nicht.
PVC-Wärme-Schrumpfschlauch gibt es auch mit Innenϕ von z.B. 4,8; 6,4; 9,5 und 12,7 mm. Die Endwandstärke der beiden letzten Größen ist 0,8 mm. Hat man Gelegenheit, sich von den größeren Sorten je einen Meter zuzulegen, so ist das nicht umsonst. Man kann so etwa dem blanken Schaft eines Schraubenziehers eine Isolierung geben; aber den Schaft vorher gut reinigen und aufrauhen!

W.F.Jacobi



TV-TONKOPPLER

Normalerweise enthält ein elektronisches, netzbetriebenes Gerät einen Netztrafo. Die gefährliche Netzspannung tritt dann nur am Netzschalter, an der evtl. vorhandenen Netz-Kontrollampe und an der Primärwicklung des Trafos auf. Die im allgemeinem niedrige Sekundärspannung speist über einen Gleichrichter und ein mehr oder weniger aufwendiges Siebglied die Verbraucherschaltung. Die Trennung vom Netz besorgt mit ausreichender Sicherheit der Netztrafo.

Fernsehgeräte sind an sich aufwendig, außerdem ist ihre Leistungsaufnahme vergleichsweise hoch. Kein Wunder, daß in der Schaltung gespart wird, wo es eben geht. Besonders gut geht es im Netzteil, wo der große, schwere und teure Netztrafo zu Lasten der üblichen Netztrennung weggelassen wird.

Bild 1 zeigt das Prinzip. Das Chassis und alle Schaltungspunkte, die normalerweise an Masse liegen, sind unmittelbar mit einem der beiden Netzpole verbunden. Da auch der Lautsprecher mit einem seiner Anschlüsse auf dieser „Masse" liegt, ist dieser Anschluß mit dem Netz verbunden. Verbindet man die Lautsprecheranschlüsse mit dem Steuereingang eines Verstärkers oder Bandgerätes, dann liegt der Steuerkreis ebenfalls am Netz. Ist das gesteuerte Gerät ebenfalls netzgespeist und hat eine Schutzerdung, so kann die Sicherung ansprechen, noch bevor eines

- UNGEFÄHRLICHE VERBINDUNG ZWISCHEN TV UND REKORDER
- FREQUENZGANG 7 Hz BIS 22 kHz (-3 dB)
- MIT OPTO-KOPPLER

Die Problemstellung dürfte ausreichend bekannt sein. Die meisten, hauptsächlich die älteren Fernsehgeräte haben weder einen Netztrafo in der Stromversorgung noch einen Lautsprechertransformator. Im eingeschalteten Zustand liegt mit 50% Wahrscheinlichkeit einer der Lautsprecheranschlüsse auf der Netzphase, abhängig davon, wie -„rum" der Netzstecker in die Dose gesteckt wird. Wer einen Verstärker oder ein Bandgerät unmittelbar mit dem Signal an den Lautsprecherklemmen steuern will, kann ebensogut freiwillig auf dem elektrischen Stuhl Platz nehmen.
Den TV-Tonkoppler kann jeder ohne Probleme anschließen: Netzstecker ziehen, Rückwand abnehmen, je einen Draht an die beiden Lautsprecheranschlüsse löten (die Drähte sind vertauschbar) und die anderen Enden mit dem Eingang des Tonkopplers verbinden. Die Schaltung hat eine perfekte (galvanische) Trennung zwischen Ein- und Ausgang, von dem das Signal zu dem Verstärker oder Bandgerät geführt wird. Der Ausgangswiderstand ist so niedrig, daß man das Kabel notfalls von der guten Stube bis hinunter in den Hobbykeller verlegen kann, wenn außer der galvanischen auch eine räumliche Trennung angezeigt ist.

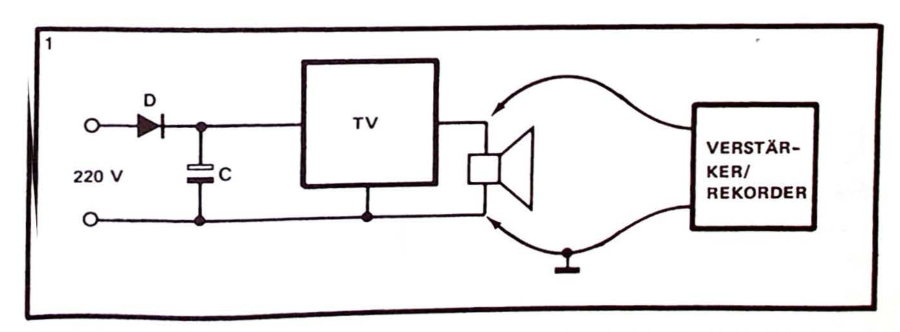


Bild 1. Die Stromversorgung eines Fernsehgerätes enthält keinen Netztrafo. Deshalb liegt der Lautsprecher mit einem seiner Anschlüsse am Netz. Ohne geeignete Maßnahmen kann das Tonsignal am Lautsprecher nicht ausgekoppelt werden.

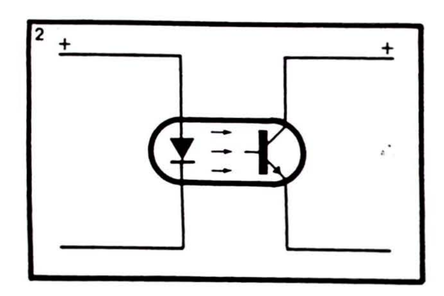


Bild 2. Schaltsymbol eines Opto-Kopplers.

der Geräte eingeschaltet wird, also beim Einstecken des zweiten Netzsteckers. Es kann auch passieren, daß alle Metallteile eines Verstärkergehäuses auf 220 Volt liegen; auch 'erstörungen in einem Teil der Elektronik :s gesteuerten Gerätes sind denkbar. Es veretet sich deshalb von selbst, ohne esondere Maßnahmen das Tonsignal aus einem Fernsehgerät auszukoppeln.

DER OPTO-KOPPLER

Es muß eine Methode gefunden werden, bei der das Tonsignal ohne galvanische (elektrisch leitende) Verbindung aus dem TV-Kasten heraus- und auf ein anderes Gerät geführt wird. Es handelt sich also um einen Fall drahtloser Übertragung im weitesten Sinne.

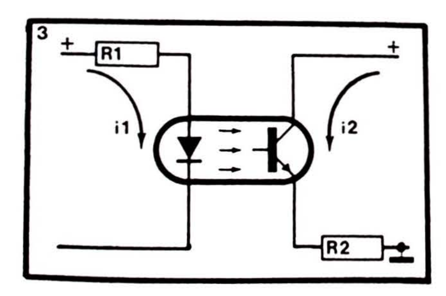


Bild 3. Das Prinzip des Opto-Kopplers. Wenn in der LED (links) ein Strom fließt, beleuchtet sie den Fototransistor. Der Strom i2, der bei Beleuchtung fließt, erzeugt am Emitterwiderstand R2 einen Spannungsabfall.

Licht ist, wie die hochfrequente Strahlung eines Funksenders, elektromagnetische Strahlung. Im Laborversuch kann mit einer intensitätsmodulierten Glühlampe und einem lichtempfindlichen Empfänger eine optische „Funk"-strecke demonstriert werden, allerdings ist die Tonqualität miserabel, weil die Glühlampe aufgrund ihrer Wärmeträgheit den höheren Frequenzen des NF-Spektrums nicht folgen kann.

LEDs (lichtemittierende Dioden) dagegen lassen sich im gesamten NF-Bereich und darüberhinaus praktisch trägheitslos intensitätsmodulieren. Ihre Lichtausbeute ist zwar sehr bescheiden, aber es geht ja nicht immer um die Überbrückung größerer Entfernungen.

In den Opto-Kopplern, die es erst seit wenigen Jahren gibt, befinden sich eine LED und ein Fototransistor. Die LED als Sender wandelt das elektrische Tonsignal in Licht um, dessen Intensität im Rythmus des elektrischen Signals zu- und abnimmt. Im lichtempfindlichen Empfänger wird das modulierte Licht wieder in eine Tonfrequenz-Spannung umgesetzt.

Bei diesem System gibt es keine Parabolspiegel oder Kondensatorlinsen wie in optischen Geräten. Beide Bauelemente, LED und Fototransistor, befinden sich in einem IC—Gehäuse. Sie sind elektrisch getrennt, der Isolationswiderstand zwischen beiden ist mit einem gewöhnlichen Ohmmeter nicht meßbar.

Bild 2 zeigt das Schaltungssymbol des Opto-Kopplers. durch die LED fließt ein Strom; ihre „Lichtmenge" hängt von der Stromstärke ab. Der Fototransistor ist im Dunkelzustand gesperrt. Wenn der Kollektor mit dem positiven Pol einer Spannungsquelle verbunden ist, der Emitter über einen Wider-

stand mit dem negativen (meist Masse), so wie es Bild 3 zeigt, so fließt bei unbeleuchtetem Transistor kein Strom. Sobald der Fototransistor beleuchtet wird, kann aufgrund bestimmter physikalischer Prozesse ein Strom fließen. Das entspricht der sonst üblichen Basissteuerung eines Transistors, jedoch bleibt hier die Basis offen. Der Strom, der von der Beleuchtungsstärke abhängt, erzeugt an dem Widerstand R2 einen Spannungsabfall, dessen Betrag seinerseits von der Stromstärke abhängt, kurz: Die Spannung an R2 ist proportional zum Strom im LED-Kreis, und, da dieser Strom von der Signalspannung getrieben wird, auch proportional zur Steuerspannung.

Die meisten der preiswerten und gängigen Optokoppler haben eine übereinstimmende Anschlußbelegung, die in Bild 4 angegeben ist. Zu beachten: Im Gegensatz zu Transistoren wird die Anschlußbelegung von ICs durchweg in der Ansicht von oben dargestellt. Wie alle DIL-ICs hat auch der Opto-

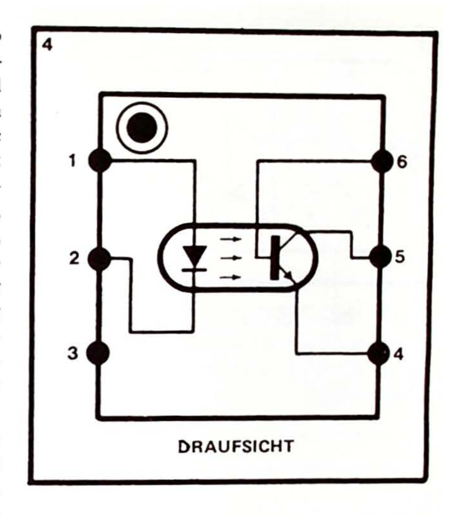


Bild 4. Der Opto-Koppler ist in einem Mini-DIL-Gehäuse mit 6 Anschlüssen untergebracht. DIL: "Dual-In-Line".

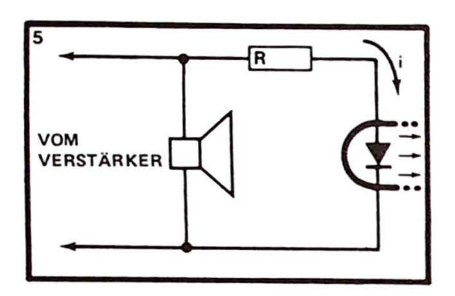


Bild 5. Diese Methode, einen zu der Spannung am Lautsprecher proportionalen Strom durch die LED zu erzeugen, ist nicht ganz einwandfrei.

Koppler eine Kerbe oder ein anderes Merk-
ıal, das zur Seiten-Kennzeichnung dient.

ER SENDER

m vorigen Abschnitt hieß es, daß die LED mit einem modulierten Strom betrieben wird. Über dem Lautsprecher im Fernsehgerät steht eine Spannung, ein passender Strom steht damit aber noch nicht zur Verfügung.

Der Eingang des Tonkopplers enthält deshalb zunächst einen Schaltungsteil, der die Spannung in einen proportionalen Strom umwandelt. Im Prinzip reicht dazu ein Widerstand in Reihe zu der LED. Nach dem Ohmschen Gesetz ist ja ein Strom, der in einem Widerstand fließt, proportional zu der Spannung über diesem Widerstand. Ein „Strommodulator" könnte demnach so aussehen wie in Bild 5. Die Spannung, mit welcher der Lautsprecher gesteuert wird, steht auch über der Serienschaltung aus Widerstand und LED. Je höher die Spannung ist, um so stärker ist der Strom.

Leider geht es so einfach nicht. Erstens gilt der lineare Zusammenhang zwischen Strom und Lichtausbeute nur in einem bestimmten Bereich. Bevor in der LED überhaupt Strom fließt, muß die Spannung mindestens 1,5 Volt betragen. Zweitens tut die LED, wie die gewöhnliche Diode, es nur dann, wenn die Spannung an ihrer Anode positiv gegen die Kathode ist. Da über dem Lautsprecher eine Wechselspannung steht, kommt es prompt zu Schwierigkeiten.

Mit einer steuerbaren Konstantstromquelle, symbolisch dargestellt in Bild 6, lassen sich beide Schwierigkeiten ausschalten. Konstantstrom bedeutet hier, daß die Stromstärke unabhängig vom Widerstand und dem Verhalten des Verbrauchers, in diesem Fall der LED ist. Dagegen kann der Strom durch entsprechende Steuerung der Konstantstromquelle beeinflußt werden.

Eine von den zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten von Operationsverstärkern ist die Konstantstromquelle. Eine entsprechende Schaltung bietet sich hier schon deswegen an, weil die Quelle mit einer Modulationsspannung gesteuert werden muß.

In Bild 7 liegt die LED D1 des Optokopplers in Reihe mit einem Transistor T1

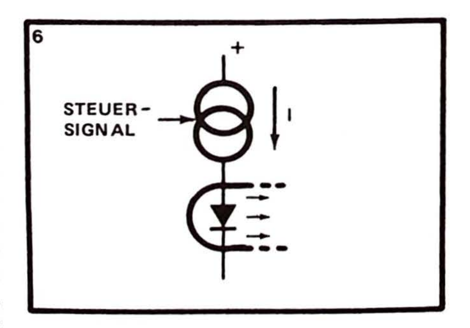


Bild 6. Ein besseres Prinzip zur Steuerung der LED. Eine Konstantstromquelle treibt einen Strom durch die LED, der nur von der Steuerung der Quelle abhängt, nicht aber von Eigenschaften der LED.

und einem Widerstand R1. Die Basis des Transistors wird vom Ausgang des OpAmps gesteuert. Am positiven, nichtinvertierenden Eingang liegt eine einstellbare Gleichspannungsquelle, die eine veränderliche Steuerspannung liefert. Der invertierende Eingang liegt immer auf der Spannung U, die am Widerstand R1 entsteht.

Über die Funktion eines OpAmps ist im Beitrag „Tremolo/Leslie" in dieser Ausgabe so viel zu lesen, daß hier nur das Wichtigste wiederholt wird: Der OpAmp stellt seine Ausgangsspannung so ein, daß die Differenzspannung zwischen seinen Eingängen fast Null ist.

Der positive Eingang liegt auf der mit B1 eingestellten Spannung. Soll die Differenzspannung zwischen den Eingängen Null sein, so ist die Spannung am negativen Eingang gleich der am anderen. Über dem Widerstand R1 steht ebenfalls die Spannung U. Über einem Widerstand kann aber nur dann eine Spannung stehen, wenn durch diesen Widerstand ein Strom fließt.

Der OpAmp steuert deshalb seinen Ausgang so, daß durch R1 ein Strom fließt, der an diesem Widerstand die Spannung erzeugt, die mit der Quelle B1 eingestellt wurde. Der durch R1 fließende Strom fließt auch, da es sich um eine Reihenschaltung handelt, durch die LED D1. Die Stromstärke hängt bei vorgegebenem Widerstandswert R1 nur von der mit B1 eingestellten Spannung am nichtinvertierenden Eingang ab. Das ist die Eigenschaft, die hier gefordert wird: Nur die Änderung der Eingangsspannung bewirkt eine Änderung des Stroms in D1, sonst nichts!

In der Praxis liegt am nichtinvertierenden Eingang die am Lautsprecher des TV-Gerätes abgegriffene Signalspannung. Das Auf- und Ab der Signalspannung wird in eine proportionale Stromänderung umgesetzt. Bild 8 zeigt die vollständige Schaltung des Senders. Zur Stromversorgung dient (rechts) eine von zwei Sekundärwicklungen eines Netz-

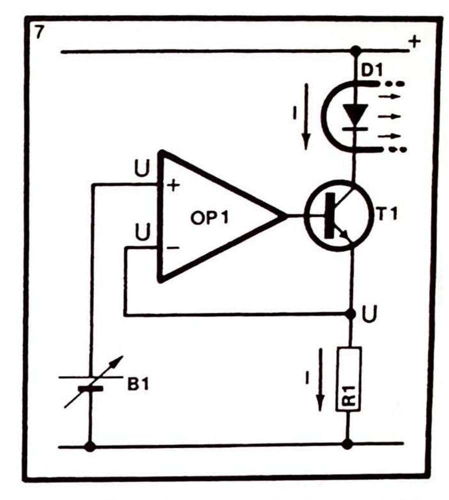


Bild 7. Übersetzung des Prinzips aus Bild 6 in eine Schaltung mit "echten" Bauelementen.

trafos; die Wechselspannung von 12 Volt wird mit vier als Brücke geschalteten Dioden gleichgerichtet. C3 ist der Ladekondensator. An dieser Stelle sei gleich vorweg bemerkt, daß der Netztrafo eine zweite, galvanisch völlig getrennte 12 Volt-Sekundärwicklung hat, von der aus die „andere Seite" des Opto-Kopplers gespeist wird.

Der positive, nichtinvertierende Eingang des OpAmps wird zunächst mit einer Gleichspannung im Ruhezustand (ohne Steuersignal) so eingestellt, daß die LED etwa in der Mitte des Bereiches arbeitet, in dem die Lichtstärkeänderung proportional zur Änderung der Stromstärke ist. Der Spannungsteiler R4/R5 erzeugt diese Einstellspannung aus der Speisespannung. Die Speisespannung ist für diesen Zweck jedoch ungenügend gesiebt, d.h. die ihr überlagerte Brummspannung erscheint anteilig auch am Knotenpunkt des Spannungsteilers; ohne

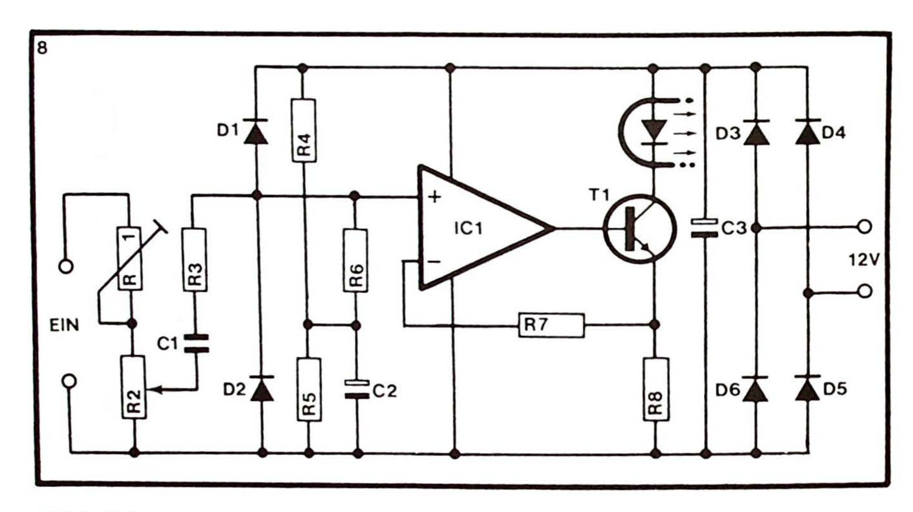


Bild 8. Vollständiges Schaltbild des opto-elektronischen Senders im TV-Tonkoppler.

/eitere Maßnahmen würde sich diese Brummspannung am Steuereingang des Op-Amps (positiver Eingang) zum eigentlichen Nutzsignal gesellen und als Störsignal im Fernsehton bemerkbar machen. Deshalb wird die Spannung am Knotenpunkt des Spannungsteilers zusätzlich mit C2 gesiebt; über den hochohmigen Widerstand R6 gelangt die Gleichspannung schließlich zum Eingang.

Das Signal vom Lautsprecher gelangt über einen Eingangsspannungsteiler, einen Kondensator C1 und einen Widerstand R3 auf den Steuereingang des Operationsverstärkers. Der Eingangsspannungsteiler sieht auf den ersten Blick reichlich kompliziert aus. Der Aufwand ist nicht übertrieben, denn die Schaltung soll möglichst universell sein, der Tonkoppler an einem beliebigen Fernsehgerät betrieben werden können.

Diese Forderung bezieht sich auf die unterschiedlichen Lautsprechertypen; es gibt die niederohmigen Typen mit meist 4/5 Ohm und die hochohmigen 800 Ohm-Typen. Wenn die beiden Typen gleichviel Phon produzieren, sind die Wechselspannungen an den Klemmen um den Faktor 10 oder mehr unterschiedlich. Soll der Tonkoppler sowohl an hoch- als auch an niederohmigen Lautsprechern betrieben werden können, so ist ein Eingangsspannungsteiler mit einem sehr weiten Einstellbereich vorzusehen.

Die Spannung an einem hochohmigen Lautsprecher ist ebenfalls hoch, so daß der Trimmer R1 auf seinen vollen Widerstandswert einzustellen ist. An oberen Punkt des Potis R2 ist die Spannung dann etwa ebenso groß wie an den Anschlüssen eines niederohmigen Lautsprechers. Deshalb ist der Trimmer auf einen niedrigen Wert einzustellen, wenn der TV-Lautsprecher niederohmig ist.

Die beiden Dioden D1 und D2 schützen den OpAmp-Eingang gegen zu hohe Spannungen. Wenn nämlich der Trimmer falsch eingestellt ist, kann es passieren, daß die volle Lautsprecherspannung auf den Eingang gelangt.

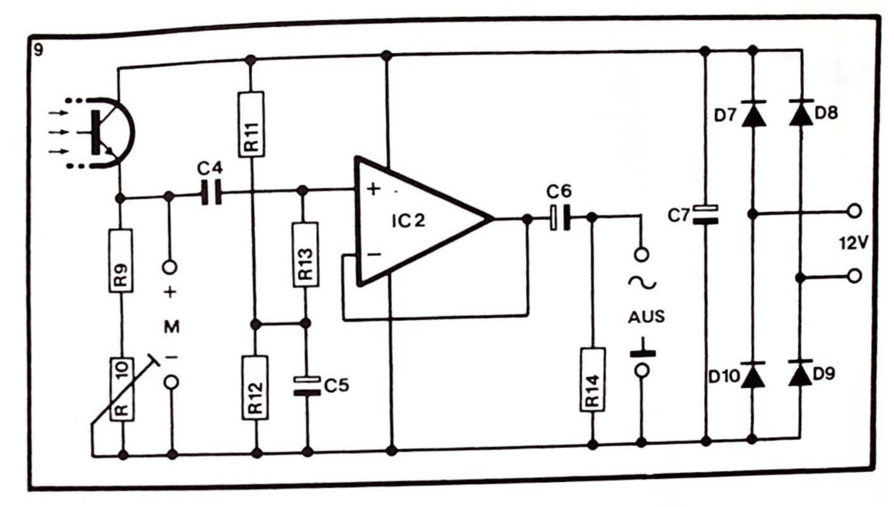


Bild 9. Der Empfänger des TV-Tonkopplers.

Die Dioden sind für je eine Halbwelle der Wechselspannung ein Kurzschluß, sobald die Spannung auf Werte über ca. 0,7 Volt ansteigen will.

Am Ausgang der Schaltung hat sich gegenüber der Darstellung in Bild 7 nichts geändert.

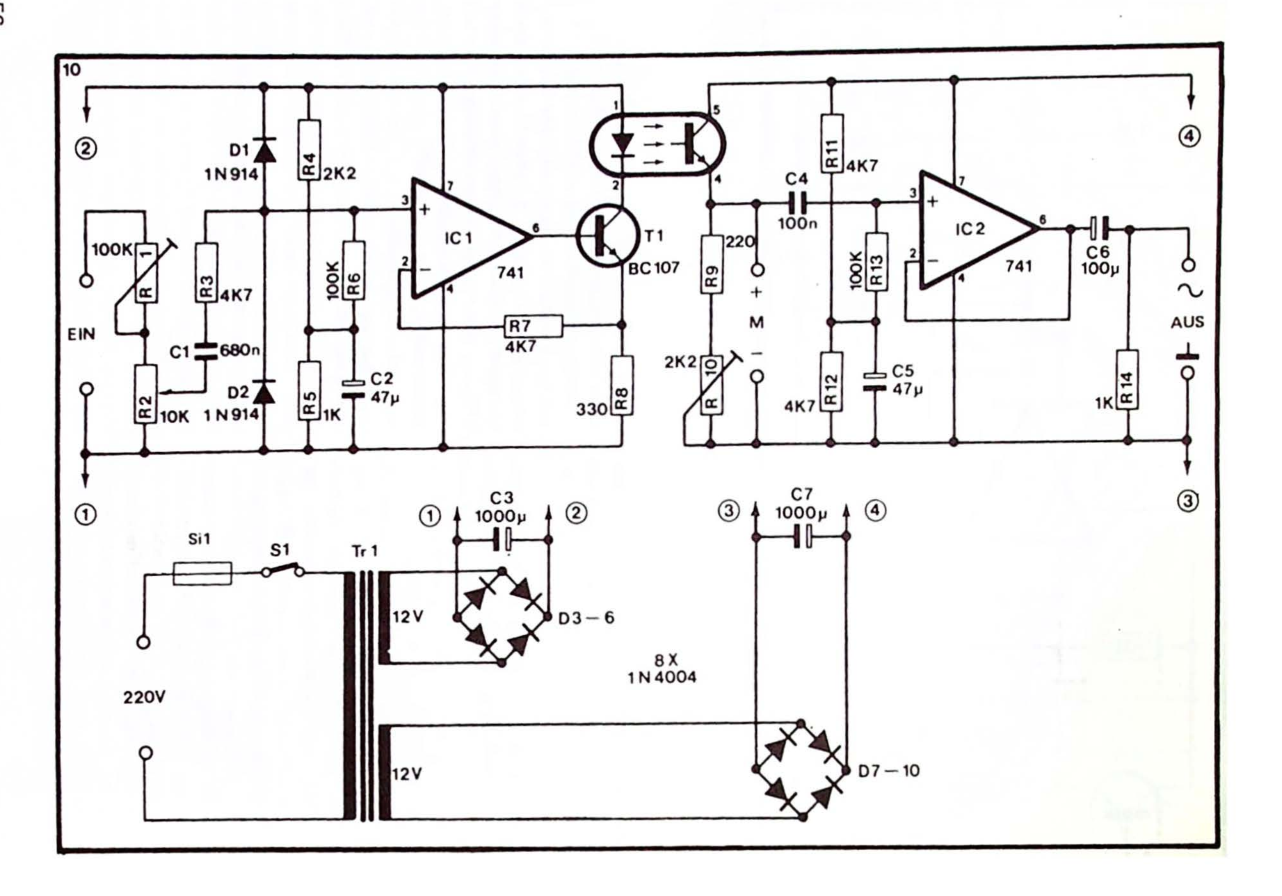
DER EMPFÄNGER

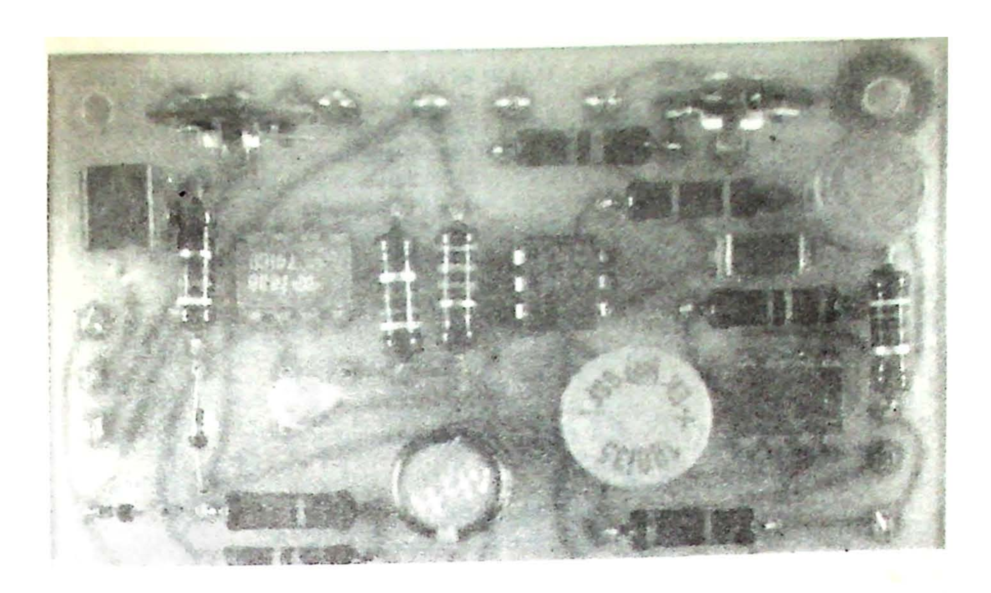
Die Schaltung "jenseits der LED", zu der es außer der optischen "Funkstrecke" keine Verbindung gibt, ist relativ einfach. Außerdem enthält sie Schaltungselemente, die auch im Sender enthalten sind. Deshalb wird sofort das Gesamtschaltbild des Empfängers (Bild 9) besprochen.

Die Speisung erfolgt auf die gleiche Weise wie im Sender, aber aus der zweiten 12 Volt-Sekundärwicklung.

Der Fototransistor liegt in Reihe mit zwei Widerständen, einem Festwiderstand R9 und einem Trimmer R10. Die im Handel angebotenen Opto-Koppler sind in ihren Daten etwas unterschiedlich; mit dem Trimmer kann man die Spannung am Emitter auf die halbe Speisespannung einstellen.

Bei wechselnder Beleuchtung des Fototransistors ("Sendebetrieb") entsteht das Signal am Emitter. Über C4 gelangt das Signal zum Eingang eines Operationsverstärkers, der als Impedanzwandler geschaltet ist. Ein Impedanzwandler, auch Pufferstufe genannt, hat eine hohe Eingangsimpedanz, die den Fototransistor nur wenig belastet. Die Ausgangsimpedanz ist niedrig, dies hat u.a. den Vorteil, daß die Verbindung vom Tonkoppler zu dem Bandgerät oder Verstärker sehr lang sein darf, ohne daß Brummeinstreuung zu befürchten ist. Der Verstärkungsfaktor dieser Stufe ist 1; über diese Art einer OpAmp-Schaltung ist im Beitrag "Tremolo/Leslie" in dieser Ausgabe Ausführliches zu lesen. Der Eingang des OpAmps IC2 wird ebenso wie IC1 im Sender mit einem Spannungsteiler auf den Wert der halben Speisespannung eingestellt.


10
EIN
100K
R1
R2
10K
C1
680n
R3
4K7
D1
1N914
D2
1N914
R4
2K2
R5
1K
R6
100K
C2
47μ
IC1
741
R7
4K7
T1
BC107
R8
330
R9
220
R10
2K2
M
C4
100n
R11
4K7
R12
4K7
R13
100K
C5
47μ
IC2
741
C6
100μ
R14
1K
AUS
Si1
S1
Tr1
12V
12V
220V
C3
1000μ
D3 — 6
8 X
1N4004
C7
1000μ
D7 — 10



Über den Elko C6 wird das Empfängersignal ausgekoppelt.

DIE GESAMTSCHALTUNG

Sender, Empfänger und Netzteil sind in Bild 10 gemeinsam dargestellt. Ganz klar zu erkennen ist die vollständige galvanische Trennung von Sender und Empfänger, die auch im Netzteil wieder zum Ausdruck kommt. Die Verwendung eines Netztrafos mit Mittelanzapfung ist unzulässig. Am besten mißt man mit einem Ohmmeter den Isolationswiderstand zwischen den beiden Sekundärwicklungen: Er muß unendlich hoch sein.

BAUHINWEISE

Bild 11 zeigt den Print, er hat bescheidene Abmessungen, obwohl auch der Netztrafo auf dem Print montiert wird.

Als Opto-Koppler kommen zahlreiche Typen in Betracht. Obwohl im P.E.-Labor nicht alle handelsüblichen Typen vorhanden waren bzw. in der Schaltung getestet wurden, dürften dank der geringen Unterschiede der einzelnen Fabrikate fast alle tauglich sein.
Getestet wurden die Typen MCT 26 (Monsanto) und FCD 806 (Fairchild). Nach Einstellung der Emitterspannung des Fototransistors auf den halben Wert der Speisespannung zeigten die beiden Schaltungen ein fast identisches Verhalten; lediglich im Frequenzgang (Übertragungsbereich) waren Unterschiede festzustellen, die jedoch kein Anlaß sind, eine der beiden genannten Typen zu bevorzugen.
Das auf dem Titelfoto abgebildete Gehäuse ist der Typ 333 (Teko). Beim Einbau der Schaltung ist allerstrengstens darauf zu ach-

Bild 10. Der TV-Tonkoppler. Zwischen Sender und Empfänger gibt es keine galvanische Verbindung. Die Signalübertragung geschieht optisch, und auch die getrennten Stromversorgungen "berühren" sich nur induktiv im Netztrafo.

WIDERSTÄNDE 1/4 WATT

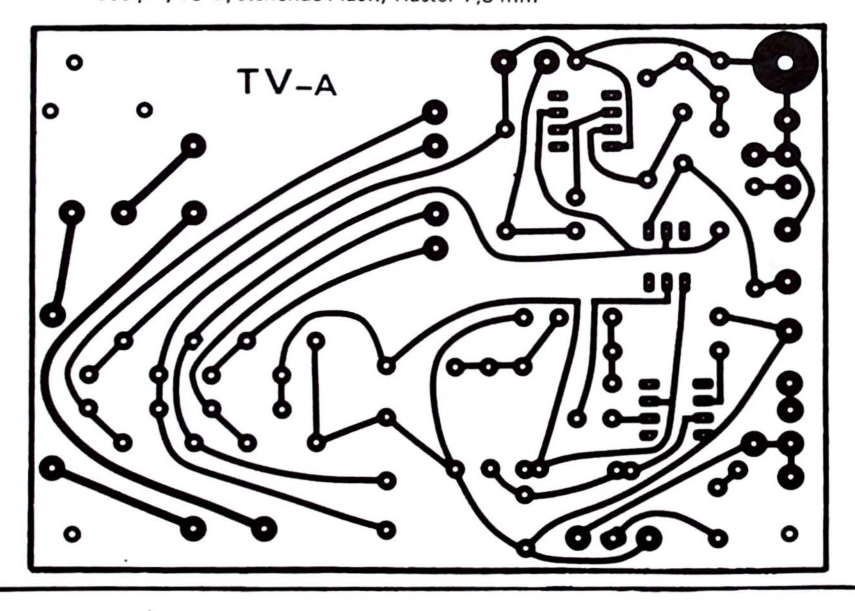
R1 = 100 k-Ohm, Trimmer
R2 = 10 k-Ohm, lin. Poti, Mono
R3 = 4,7 k-Ohm
R4 = 2,2 k-Ohm
R5 = 1 k-Ohm
R6 = 100 k-Ohm
R7 = 4,7 k-Ohm
R8 = 330 Ohm
R9 = 220 Ohm
R10 = 2,2 k-Ohm, Trimmer
R11 = 4,7 k-Ohm
R12 = 4,7 k-Ohm
R13 = 100 k-Ohm
R14 = 1 k-Ohm

KONDENSATOREN

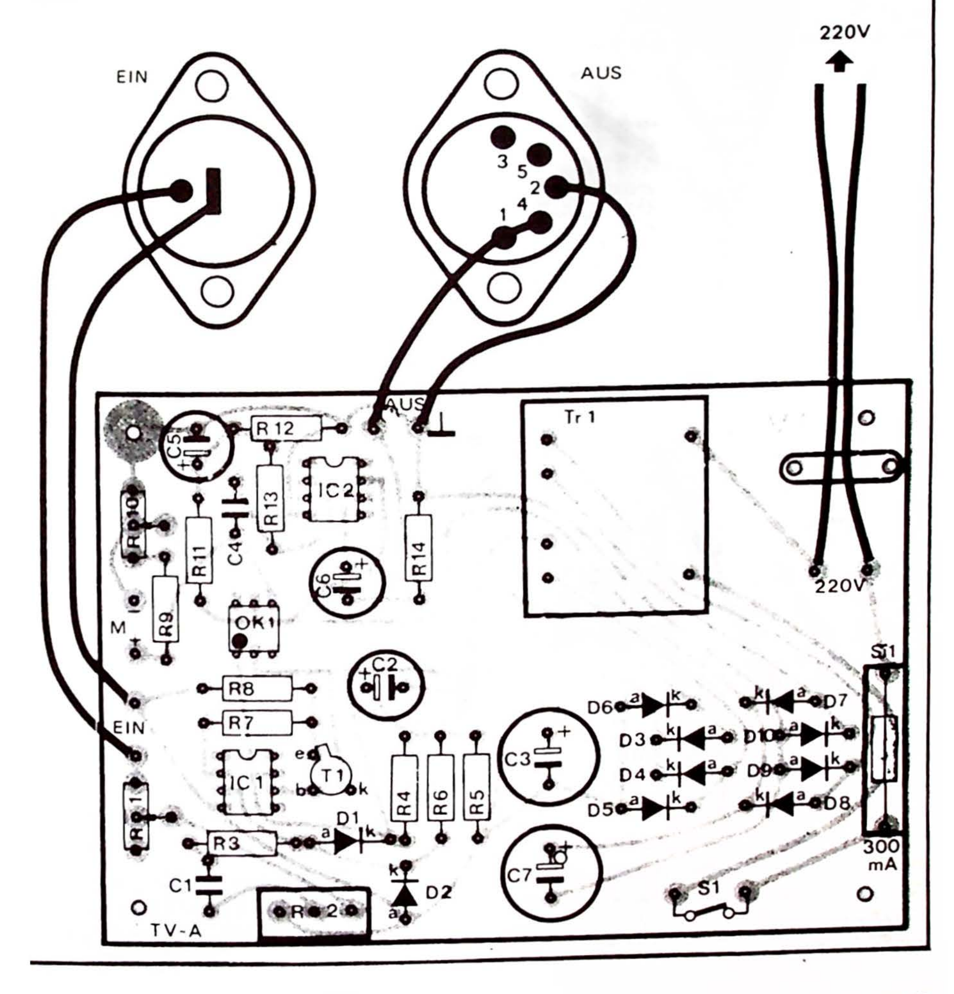
C1 = 680 nF, Siemens MKM
C2 = 47 μF, 16 V, stehende Ausf., Raster 5 mm
C3 = 1000 μF, 25 V, stehende Ausf., Raster 7,5 mm
C4 = 100 nF, Siemens MKM
C5 = 47 μF, 16 V, stehende Ausf., Raster 5 mm
C6 = 100 μF, 16 V, stehende Ausf., Raster 5 mm
C7 = 1000 μF, 16 V, stehende Ausf., Raster 7,5 mm

HALBLEITER

T1 = BC 107
IC1 = 741, Mini-DIL
IC2 = 741, Mini-DIL
OK1 = MCT 26 (Monsanto) oder FCD 806 (Fairchild)
D1 = 1 N 914
D2 = 1 N 914
D3 = 1 N 4004
D4 = 1 N 4004
D5 = 1 N 4004
D6 = 1 N 4004
D7 = 1 N 4004
D8 = 1 N 4004
D9 = 1 N 4004
D10 = 1 N 4004



SONSTIGES
Gehäuse TEKO 333
Printtrafo Typ SPK 2215/12/12 Spitznagel
Sicherungshalter für Printmontage, Raster 22,5 mm
Feinsicherung 300 mA, mittel
DIN-Diodenbuchse (Chassis), 5-pol.
DIN-Lautsprecherstecker (Chassis!)
Miniatur-Kippschalter, 1 x EIN



ten, daß kein Schaltungspunkt der Senderseite mit dem Gehäuse Kontakt hat. Die Masse der Empfängerschaltung ist nämlich definiert mit dem Chassis verbunden, wenn die Befestigung des Prints so erfolgt, daß der große Kupferring auf dem Print (oben rechts in Bild 11) über eine metallische Befestigungsschraube elektrischen Kontakt zum Chassis erhält. Deshalb muß der Print unbedingt mechanisch gut befestigt werden, am besten unter Verwendung von allen vier Befestigungslöchern in den Ecken des Prints. Wenn aufgrund irgendeiner Nachlässigkeit doch ein Kontakt zwischen Senderschaltung

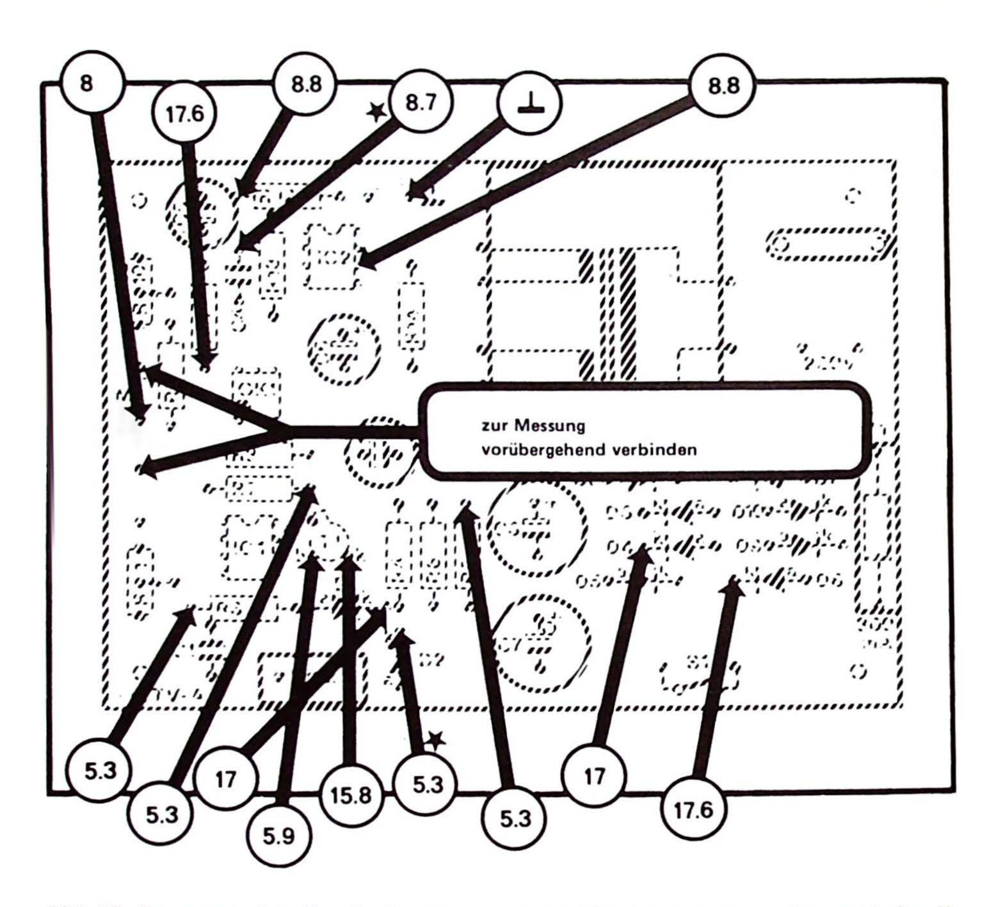
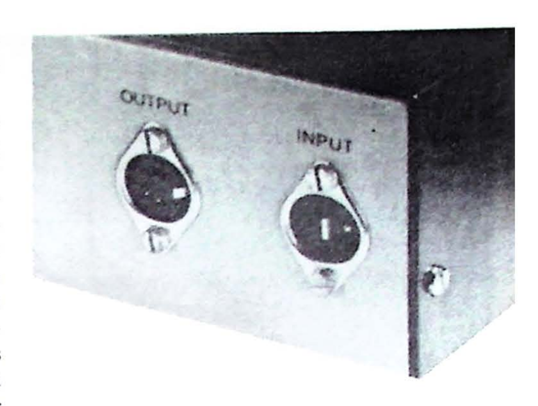


Bild 13. Spannungsplan. Da alle Spannungen gegen Masse gemessen werden, muß für die Messung die Minusleitung der Senderseite (Punkt 1 in Bild 10) mit der Masse (Minusleitung der Empfängerseite, Punkt 3 in Bild 10) verbunden werden. Nach der Messung ist die Verbindung unbedingt zu lösen!

und Chassis auftritt, hat der Tonkoppler seine Funktion verloren und der ganze Aufwand war umsonst.
Der Verdrahtungsplan ist in Bild 12 mit dem Bestückungsplan kombiniert. Als Eingang dient ein (männlicher!) Lautsprecherstecker für Chassismontage; die normalen Lautsprecherbuchsen für Chassismontage sind absolut verboten, weil dann das vom Fernseher kommende Kabel an seinem Ende männlich wäre, und die in keiner Weise geschützten Metallteile, die auf Netzspannung liegen würden, einen Unfall geradezu provozieren. Das vom Fernsehgerät kommende Kabel schließt deshalb auf der Tonkoppler-Seite mit einer Kabelbuchse ab.
Den Ausgang bildet eine fünfpolige DIN-Stereobuchse. Da der Ausgang der Schaltung niederohmig ist, braucht man kein abgeschirmtes Kabel für die Verbindung zur Buchse zu verwenden.
Das Netzkabel muß auf jeden Fall eine Zugentlastung erhalten, die z.B. mit einer Lasche, wie in Bild 12 zu sehen ist, hergestellt werden kann.

INBETRIEBNAHME

Sicherheit geht hier über alles. Deshalb ist nach der Montage in das Gehäuse mit einem Ohmmeter zu kontrollieren, ob tatsächlich kein Kontakt zwischen einem der beiden Eingangsanschlüsse und einem der Ausgangsanschlüsse besteht. Das Ohmmeter muß unendlich zeigen.
Die Schaltung enthält zwei Meßpunkte. Zwischen diesen wird nach Einschalten der Netzspannung mit einem auf Gleichspannung eingestellten Voltmeter die Spannung gemessen; Plus und Minus sind auf dem Print gekennzeichnet. Trimmer R10 wird so eingestellt, daß ein Wert von ca. 8 Volt angezeigt wird.
Dann verbindet man den Ausgang des Tonkopplers mit dem zu steuernden Gerät. Dann erst kommt die Verbindung zum TV-Gerät an die Reihe. Der Netzstecker des Fernsehers



wird gezogen, denn Ausschalten genügt nicht! Nach dem Entfernen der Rückwand lötet man die beiden Leiter des Kabels (z.B. 220 Volt-Netzkabel) an die Anschlüsse des Lautsprechers. Die andere Seite schließt zu diesem Zeitpunkt bereits mit einer Lautsprecher-Kabelbuchse ab.
Die Lautstärke-Einsteller von Fernsehgerät und Rekorder bringt man in die Stellungen, die sie normalerweise einnehmen. Der Lautstärke-Einsteller des Opto-Kopplers kommt in Mittelstellung. Den Trimmer R1 stellt man nun so ein, daß das Bandgerät oder der Verstärker normal ausgesteuert wird.

Achtung: Die Einstellung des Trimmers R1 darf nur mit einem isolierten Schraubenzieher erfolgen!

Wenn bis dahin alles geklappt hat, ist das Gerät betriebsbereit. Ansonsten kontrolliert man anhand des Spannungsplans Bild 13 die Werte. Die Werte wurden mit einem Vielfachinstrument mit Innenwiderstand 20 Kiloohm/Volt gemessen. Die mit Sternchen gekennzeichneten Werte beziehen sich auf hochimpedante Schaltungspunkte. Mißt man an diesen Punkten mit einem hochohmigen (elektronischen) Voltmeter, so zeigen sich erhebliche Abweichungen.

POSTFACH 1366

LESERFRAGEN LESERIDEEN LESERVORSCHLÄGE

Wenn Sie folgendes tun:
* der Redaktion eine Frage zu einem P.E. Artikel stellen (nur 1 Frage je Brief bitte),
+ einen frankierten und adressierten Briefumschlag für die Antwort beifügen,
+ lesbar schreiben,

dann
* erhalten Sie eine persönliche Antwort.
+ Wenn Ihre Frage überdies von allgemeinem Interesse ist, erfolgt eine ausführliche Besprechung in dieser Rubrik.

KLAVIATUR FÜR DAS CARBOPHON

Mehrere Leser wollen dem Carbophon (Heft 2) zum Image einer echten elektronischen (Miniatur-) Orgel verhelfen. Dazu muß eine Klaviatur mit Schaltkontakten her, zumindest müssen jedoch 12 Tastschalter zusätzlich vorgesehen werden.

Bild 1 zeigt die neue Schaltung des Tongenerators, in dem die Kohlebahn des Potis durch eine Reihe Trimmpotentiometer ersetzt ist, die mit ebensovielen Tastern getrennt eingeschaltet werden können. Am Funktionsprinzip hat sich nichts geändert.

Solange kein Taster betätigt wird, ist der Oszillator außer Funktion, da zwischen dem Ausgang des ICs und der Basis des Transistors kein Widerstand liegt. Beim Drücken eines Tasters wird der betreffende Trimmer in die bis dahin offene Leitung geschaltet; der Oszillator schwingt, wobei seine Frequenz und damit die Tonhöhe vom eingestellten Wert des Trimmers abhängen.

Der Abgleich der Trimmer ist nicht ganz einfach, denn es soll ja eine richtige Tonleiter entstehen.

Wer es sich zutraut, kann natürlich auf's Gehör stimmen. Anderen ist zu empfehlen, die Töne der Reihe nach durch Vergleich mit einem gestimmten Instrument einzustellen. Wer sich den Luxus eines digitalen Frequenzmeßgerätes erlaubt hat oder noch erlauben will, kann die Frequenzen nach folgender Tabelle einstellen:

c	523,25 Hz
cis	554,36 Hz
d	587,33 Hz
dis	622,25 Hz
e	659,25 Hz
f	698,46 Hz
fis	739,98 Hz
g	783,99 Hz
gis	830,61 Hz
a	880,00 Hz
ais	932,33 Hz
h	987,77 Hz

POSTFACH 1366

LESERFRAGEN LESERIDEEN LESERVORSCHLÄGE

Damit es keine Enttäuschungen gibt, ist ausdrücklich festzustellen: Der mit einem TTL-Schmitt-Trigger aufgebaute Oszillator ist nicht gerade frequenzstabil. Hauptsächlich bei Änderungen der Speisespannung ändert sich sehr leicht die Höhe der eingestellten Töne. Das menschliche Ohr ist erstaunlich empfindlich für kleine Tonhöhenunterschiede, bei fehlerhafter Stimmung auch für den kleinen Unterschied zwischen der Frequenz eines tatsächlich gehörten Tones und der Frequenz des Tones, den man zu hören erwartet.

Soll sich der Aufwand einer Miniorgel mit diskreten Frequenzen lohnen, so muß die Speisespannung stabilisiert sein, eine Batterie ist unzulänglich.

Auch für den Ausbau des Carbophons zu einem polyphonen Instrument haben sich einige Leser interessiert. Die Orgel soll dann mit mehreren Generatoren arbeiten, so daß mehrere Töne zugleich gespielt werden kön-

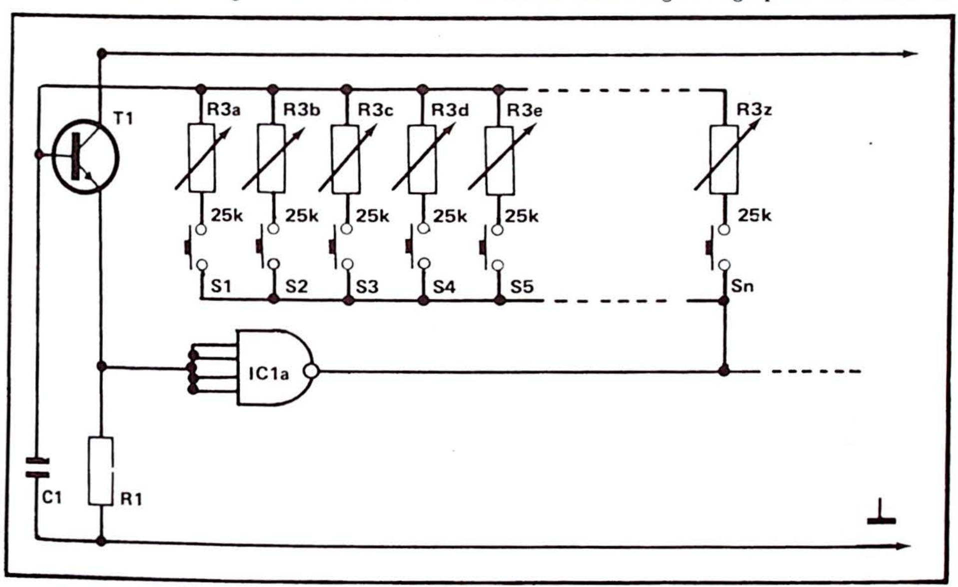


Bild 1. Wer auf dem Carbophon den Ton nicht halten kann, läßt eine Reihe Trimmer diese Aufgabe übernehmen. Dazu ersetzt man die Kohlebahn durch fest eingestellte Trimmer, die über getrennte Taster eingeschaltet werden. Natürlich kann man auch beim erweiterten Carbophon mal die falsche Taste drücken. In diesem Zusammenhang bittet unsere Setzerei um Entschuldigung für gelegentliche Satzfehler.

POSTFACH 1366

LESERFRAGEN LESERIDEEN LESERVORSCHLÄGE

nen. Gegen derartige Erweiterungen spricht wiederum die schlechte Frequenzstabilität des TTL-Generators. Der Musiker würde sagen: lieber keine Akkorde als unsaubere. Hinzu kommt, daß nicht nur von der Qualität her gesehen, sondern auch vom Schaltungsaufwand her die typischen Orgelkonzepte zu wesentlich besseren Lösungen führen würden, als derartige Erweiterungen auf Carbophonbasis.

'AS POTENTIOMETER ALS SOLCHES ND ALS EINSTELLBARER WIDER-TAND

̶in Leser möchte wissen, welche Unterschiede zwischen den in Bild 2 angegebenen Potentiometer-Schaltungen bestehen. Da es sich hier um eine Frage von allgemeinem Interesse handelt, wird sie in dieser Rubrik besprochen, zumal der betreffende Leser keinen speziellen Anwendungsfall angibt.

In Bild 2 links wird einer der äußeren Anschlüsse des Potis R1 nicht benutzt, es dient als einstellbarer Widerstand. Beide Widerstände, R1 und R2, werden hintereinander von dem Strom i1 durchflossen.

Die Schaltung in Bild 2 rechts enthält dagegen zwei Stromkreise. Die Ströme i1 und i2 haben unterschiedliche Werte.

Der Unterschied zwischen den beiden Schaltungen hängt eng zusammen mit der Aufgabe des Potentiometers in der betreffenden Schaltung.

Im linken Stromkreis dient das Poti als einstellbarer Widerstand, der eingestellte Wert bestimmt zusammen mit dem Reihenwiderstand R2 den Gesamtwiderstand im Stromkreis. Von diesem Gesamtwiderstand hängt die Stromstärke ab (Ohmsches Gesetz), denn die Spannung der Quelle B1 wird als konstant angenommen. In Stellung B des Potis (rechter Anschlag im Bild) ist der Widerstand am größten, der Strom hat den geringsten Wert. In Anschlagstellung A des Abgriffs hat der Widerstand den geringsten Wert (Null Ohm), als Gesamtwiderstand im Stromkreis

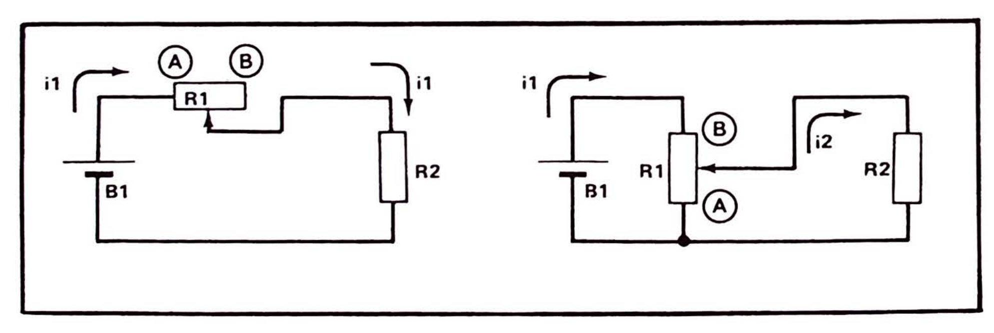


Bild 2. Die wesentlichen Unterschiede zwischen den beiden Schaltungen werden im Text besprochen.

wird nur R2 wirksam, der Strom hat den höchstmöglichen Wert.

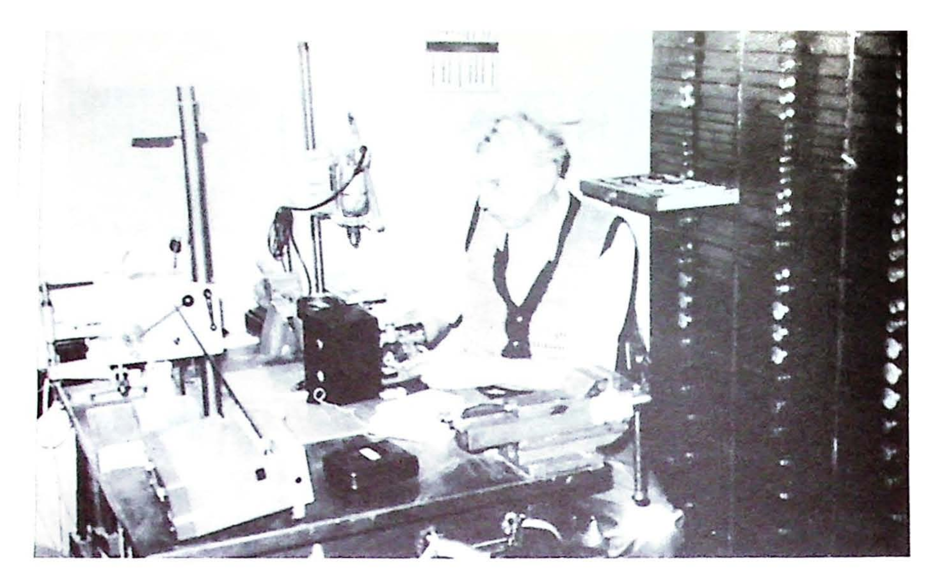
Ein wichtiges Merkmal dieser Schaltung ist die Tatsache, daß das Verhältnis des maximalen zum minimalen Strom um so größer ist, je größer der Nennwiderstand des Potis in Bezug zu R2 ist.

Bei der zweiten Schaltung läßt sich der Strom i2 zwischen Null und einem maximalen Wert einstellen. Steht der Abgriff des Potis am oberen Anschlag (B), so ist der Widerstand R2 über den Abgriff des Potis direkt mit der Spannungsquelle verbunden. Der Strom i2 bestimmt sich dann durch die Spannung und den Widerstandswert R2. Es spielt in dieser Situation keine Rolle, wie groß der Wert des Potis ist. Steht der Abgriff am unteren Amschlag, Position A, so ist der Widerstand R2 kurzgeschlossen, es fließt kein Strom durch diesen Widerstand. Der Vorteil der Schaltung rechts liegt also darin, daß der Strom bis auf Null herunter eingestellt werden kann. Dieser Vorteil geht aber auf Kosten des Stromverbrauchs, denn unabhängig vom Nutzstrom i2 fließt durch R1 immer ein Strom, der in Potistellung A den Betrag i1 hat.

Macht man nun diesen „verlorenen Strom" absichtlich groß gegen i2 („i1 groß gegen i2"), macht man also den „Nachteil zum Prinzip", was insbesondere in netzgespeisten Geräten ohne weiteres möglich ist, weil es hier auf den Stromverbrauch nicht so sehr ankommt, dann entsteht ein variabler Spannungsteiler R1. Im allgemeinen wählt man dann für R1 einen Wert, der mindestens um den Faktor 10 kleiner ist als der Verbraucherwiderstand R2. Der Strom in R1 hat bei dieser Dimensionierung einen um das zehnfache höheren Wert als i2, auch wenn der Abgriff in der oberen Stellung steht, wobei der Strom i2 seinen maximalen Wert hat.

Die typische Eigenschaft einer solchen Schaltung: Trotz der Belastung durch R2 ist die Spannung am Abgriff des Potis etwa proportional zum abgegriffenen Widerstandswert. Das Poti dient in diesem Fall zur Einstellung einer Spannung, die zwischen Null und dem Wert des Spannungsquelle liegen kann, und es trägt in dieser Funktion seinen Namen zu Recht: Potentio-Meter, Meter im Sinne von „Maßabgriff". Das Poti R1 kann in der Schaltung rechts als relativ niederohmige Spannungsquelle aufgefaßt werden, die den Verbraucher R2 speist. Zu beachten ist hierbei, daß die primäre Spannungsquelle B1 mit einem Vielfachen des Nutzstroms i2 belastet wird.

Kurz zusammengefaßt: Die Schaltung in Bild 2 links dient im allgemeinen zur Einstellung eines Stroms, die Schaltung rechts, die eigentliche Potentiometerschaltung, dient zur Einstellung einer Spannung.



"Dann seh' ich mir das Ding an...."

Er hat eine große Werkstatt im Keller. Seine Ausrüstung ist vollständig: Drehbank, Hobelbank, Standfräse, Kreissäge, Bandsäge, Schlagschere, mehrere Bohrmaschinen, Schweißtrafo, Punktschweißmaschine, Hochtemperaturofen - das sind nur die größten der Maschinen, Werkzeuge und Geräte, die er zu seiner Arbeit braucht. Er repariert Waschmaschine, Auto, einen Rohrbruch und . . . . elektrische und elektronische Geräte.
Ein gut ausgerüsteter, vielseitiger und aktiver Hobbymensch also.

Wer ihn persönlich kennt, dürfte eine noch weitaus bessere Meinung von ihm haben. Denn Fritz Werner mit seinen zwei Glasaugen ist schwarzblind.
Seine Kriegsverletzung ist selbstverständlich sehr hinderlich, aber sie konnte nicht verhindern, daß er seinen Hobbys nachgeht. Sie hindert ihn z.B. auch nicht daran, Messen und Ausstellungen zu besuchen. Seine Gattin führt ihn zu jedem Stand, der ihm Interessantes bietet. "Dann seh' ich mir das Ding an" behauptet Fritz Werner und meint damit, daß er Umrisse und Bedienungselemente eines Gerätes abtastet. Mit den Erläuterungen des Standpersonals ist er häufig nicht zufrieden. Er fragt, warum dieses oder jenes Konstruktionsdetail so "aussieht" und ob es

nicht besser wäre, wenn man dieses oder jenes anders gemacht hätte.
Kein Wunder also, daß Fritz Werner bestens informiert ist. So ist z.B. sein Taschenrechnerproblem voll gelöst. Sein Gerät enthält eine synthetische Spracherzeugung, die jede Ziffern- und Operationseingabe akustisch kommentiert und das Ergebnis einschließlich Vorzeichen und Komma von links nach rechts vorliest.
Zur Information gehören selbstverständlich auch Fachzeitschriften, aus denen er sich vorlesen läßt. Nur selten findet er jedoch Dinge, die ihm seine Arbeit erleichtern könnten. Wer entwickelt schon Werkzeuge, Meßgeräte usw. für Blinde?
Für elektrische Messungen aller Art wäre folgendes Gerät ideal: Ein Multimeter in Kompensationsschaltung; die Kompensation müßte mit Schaltern schrittweise und in drei bis vier Dekaden erfolgen. Über-, Unterkompensation und Abgleich wären akustisch durch drei unterschiedliche Töne anzuzeigen.
Dieses Beispiel zeiat, daß akustisch anzeigende Meßgeräte, etwa ein Signalfolger, wie er in dieser Ausgabe beschrieben ist, die wichtigsten Meßmittel sind.

Einiges, und das ist nicht wenig, hat Fritz Werner in seiner Trickkiste. Den Auto-Akku kontrolliert er mit einer selbstgemachten Füllstandssonde: Zwei passend gehämmerte Bleistücke, die als Gewicht zum Auswuchten von Autorädern ausgedient hatten, bilden zwei Bleielektroden, die - in geringem Abstand voneinander fest montiert - in die Akkuzellen eingehängt werden. Die Füllstandsanzeige erfolgt akustisch.
Mit einer opto-elektronischen Sonde, die ebenfalls akustisch anzeigt, kann nicht nur der EIN-Zustand von Lampen und LEDs kontrolliert werden, sondern auch die Lage eines Briefkopfes auf Schreibpapier.
Wer schweißen kann - Fritz Werner hat nach seiner Verletzung zwei dreimonatige Elektro-Schweißkurse mit Erfolg absolviert - der kann auch löten. Die bekannte 10 Sekunden-Lötpistole ist für seine Zwecke ideal: Die kalte Kolbenspitze wird mit den Fingern exakt positioniert, dann erfolgt der zeitlich genau kontrollierte "Schuß".
Sich die Hände als zusätzliches Sinnesorgan freizuhalten, ist wichtig; deshalb sind fast alle elektrischen Geräte mit Fußschaltern ausgestattet. Dieser Trick ist übrigens nicht der einzige, der auch uns Normalverbrauchern nützlich sein kann. Insbesondere die für einen Blinden unabdingbare Ordnung aller Dinge hat im Fall Werner zu einigen für Hobby-Elektroniker interessanten Lösungen geführt: Meß- und Prüfkabel werden säuberlich aufgerollt und in die Hülsen von Toilettenpapierrollen gesteckt. Aufgeklebte Streifen mit Blindenschrift kennzeichnen der Verwendungszweck der in Schublade Nr. . . nebeneinander liegenden Rollen. Netz- und andere schwerere Kabel befinden sich aufgerollt auf passend zurechtgebogenen Drahtkleiderhaken; man nimmt das benötigte Kabel einfach von der Stange.
Fritz Werner beschäftigt sich zur Zeit mit dem Problem einer elektronischen Wasserwaage. Doch er denkt auch über die Grenzen seiner persönlichen Behinderung hinaus. Dies beweist er mit seinem Durchgangsprüfer für Taubblinde, ein Gerätchen, das auch bei lautem Umweltgeräusch verwendet werden kann. Die Speiseleitung einer Batterie-Zahnbürste wird unterbrochen, die beiden Leitungsenden sind in einer Länge von ca. 1 Meter herausgeführt und mit Kroko-Klemmen versehen. Den Vibrator steckt man - ohne aufgesteckte Bürste natürlich - einfach in die Hosentasche.
Was dieser Blinde geschaffen hat, ist sehenswert. Wer aber nach obigen Schilderungen allzu scharf auf Werner's Hobbykeller geworden ist, sei gewarnt: Eine seiner zahlreichen Entwicklungen sind Einbruchsicherungen. . .

UNIFLEX

EINE STECKVERBINDER-KOMBINATION VON LÖTSTIFTEN UND STECKSCHUHEN

- UNIVERSELL
- FLEXIBEL
- SELBSTGEMACHT
- PREISWERT
- ORIGINELL
- SAUBER

W.F. Jacobi, Köln

Das Schlagwort von der Moduleritis kam wohl Ende 1974 auf. Die einzelnen Baugruppen eines Rundfunk- oder Fernsehgerätes wurden nicht mehr auf einer Leiterplatte oder mehreren Platten vereinigt oder mit Kabeln verbunden, sondern die Baugruppen – jetzt Module oder Moduln genannt – wurden durch Steckverbinder miteinander zu einem betriebsfähigen Gerät zusammengesetzt. Das „dafür" oder „dagegen" ist inzwischen ausgekämpft; das steckbare Modul hat gesiegt. Aber auch die Module des Hobby-Elektronikers werden zusammengesteckt oder mit Hilfe von Steckverbindern verbunden.
Ein Steckverbinder-System mit den oben aufgezählten Eigenschaften ist natürlich nicht auf die Modultechnik beschränkt. Insbesondere bei den Experimenten der P.E.-Mikro-Serie ist es sehr zweckmäßig. Der vorliegende Beitrag enthält weitere Beispiele für die sinnvolle Anwendung des Uniflex-Systems. Bei dem voraussichtlich in der nächsten Ausgabe vorzustellenden TTL-Trainer sind Uniflex-Kabelverbinder ein Bestandteil der Experimente.
Diese Verbindungstechnik ist keineswegs neu. Was aber wahrscheinlich kaum bekannt ist, sind die fast unbegrenzten Möglichkeiten, die sich bei konsequenter Anwendung ergeben. Diese Kombinationsmöglichkeiten, dazu die einfache und preiswerte Herstellung der Systemteile sowie ästhetische Gesichtspunkte dürften dazu führen, daß kaum jemand, der einmal mit Uniflex gebaut hat, von dieser Technik wieder loskommt.

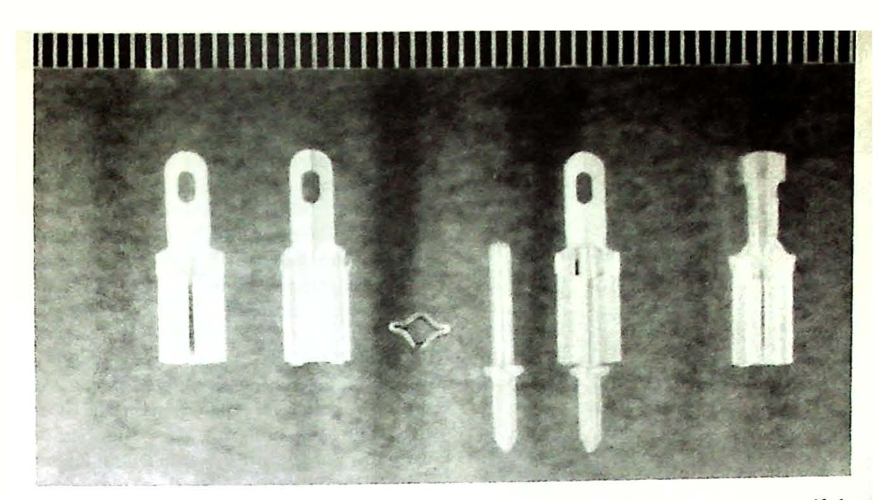


Bild 1. Links ein Steckschuh von oben, von unten und im Schnitt. Daneben ein Lötstift lose und in einen Steckschuh gesteckt. Ganz rechts ein Steckschuh mit Crimpanschluß. Die Skala am oberen Bildrand gibt den Vergrößerungsmaßstab an, sie ist in Originalgröße eine mm-Teilung.

Die Grundlage der Hobby-Stecktechnik bilden die Lötstifte mit 1,3 mm ϕ, vom Hersteller „RTM-Kontaktstifte für Leiterplatten" genannt. Im Gegensatz zu den früher verwendeten Lötstiften in verschieden großer Lötösenform wird der Kontakt damit nicht durch Anlöten eines Draht- oder Kabelendes hergestellt. Viermehr wird auf den RTM-Lötstift ein Steckschuh gesteckt. Erst dieser hat eine Lötöse, an die das Draht- oder Kabelende gelötet wird.

DIE STECKSCHUHE

Der Hersteller nennt die Steckschuhe: „Kontaktfedern als Einzelsteckverbinder zum Stecken auf RTM-Stifte 1,3 mm ϕ." Diese Kontaktfedern haben eine Faltfeder, die für den bestmöglichen Kontakt, auch nach vielmaligem Stecken und Abziehen sorgt. Bild 1 zeigt Lötstift und Steckschuh neben- und aufeinander, dazu noch einen Steckschuh im Querschnitt. Daneben liegt ein Steckschuh, dessen Ende für einen Quetsch- oder Crimpanschluß vorbereitet ist.

Um es gleich vorwegzunehmen: Man sollte sich nur Steckschuhe mit Lötanschluß zulegen. Zum Quetschen oder „Crimpen" wird das Kabelende zwar nicht verzinnt – es darf sogar keinesfalls verzinnt sein, wenn die Verbindung haltbar und gut sein soll – aber zum einwandfreien Crimpen benötigt man eine verhältnismäßig teure Spezial-Handzange, abgestuft auf verschiedene Querschnitte in Stufen von etwa 0,1 bis 0,2 mm. Außerdem paßt dieser Crimpanschluß nur für Leiterquerschnitte von 0,2 bis 0,5 mm^2. Die Steckschuhe mit Lötöse passen dagegen für das Anlöten von Leiterquerschnitten mit ca. 0,14 mm^2 genausogut wie für solche mit 3 mm^2.

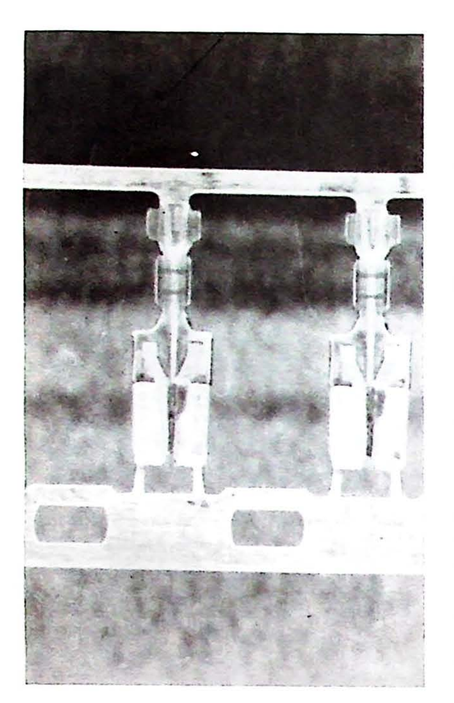


Bild 2. Steckschuhe mit Crimpanschluß als Bandware für Maschinenverarbeitung.

Die Schuhe werden aus einem Bronze-Band gestanzt und geformt und dann versilbert (siehe Bild 2). Die erprobte Legierung der Zinn-Bronze gibt der Faltfeder des Steckschuhes die vorzügliche Federkraft. Besonders gut zu sehen sind auf Bild 2 zwei abstehende Blechfahnen an den Faltfedern. Sie dienen zur Sicherung gegen das Herausfallen aus Federleisten, in denen die Steckschuhe ebenfalls verwendet werden. An den Einzel-Steckschuhen sind nur noch Reste dieser Fahnen zu sehen. Sie haben dort keinen Sinn und Zweck, weder für die Federeigenschaft noch sonstwie. Eines Tages werden sie fortgefallen sein, und das ist, wie sich beim Aufschrumpfen einer Isolierung zeigt, nur von Vorteil.

Die Steckschuhe werden gelegentlich auch unversilbert geliefert. Der rotglänzende Ton ist sehr ansprechend, aber sie lassen sich erfahrungsgemäß nur unnötig schwer aufschieben oder abziehen. Der Autor benutzt sie an den Kabelenden, die an Null Volt bzw. Erde angeschlossen werden. Die Erdungsklemmen an Wechselstrom-Steckverbindern sind auch meistens kupferfarbig.

DIE LÖTSTIFTE

Die Lötstifte werden in verschiedenen Ausführungen geliefert. Allen gemeinsam ist der Stiftϕ von 1,3 mm mit dem Bund in der Mitte von annähernd 2,5 mm ϕ und 0,5 mm Breite. Das längere Stiftteil ist der eigentliche Kontaktstift, auf dem der Steckschuh stramm sitzen soll; nennen wir es „Kontaktende". Das kürzere Stiftteil dient zum Einlöten in die Leiterplatte – und für mehr, wie sich noch zeigen wird –, wir nennen es hier „Lötende". Alle Lötstifte werden aus einem geeigneten Messingdraht von 1,3 mm ϕ geformt und danach immer versilbert. In den Radiofabriken werden sie – als erster Vorgang – mit Maschinen in die entsprechend gebohrten Löcher der Leiterplatte gepreßt. Hier kommt nun das Problem für den Hobby-Elektroniker. Ohne zu sehr auf die Passungsprobleme solcher Befestigungsarten einzugehen, sei aber gesagt, daß ein solcher Stift in das entsprechend gebohrte Bestükkungsloch entweder nicht hineinzudrücken ist oder locker sitzt und wieder herausfällt. Lötet man ihn fest, steht er danach schief und/oder nicht tief genug bis zum Aufsitzen des Bundes auf der Bestückungsseite der Leiterplatte. Aber das soll ja gerade der Vorteil des Lötstiftes 1,3 mm ϕ mit Bund sein, daß er – richtig eingesetzt – bombenfest sitzt.

Die Problemlösung gegen Herausfallen von Lötstiften: Das Vierkant!



Bild 3. Das Hilfswerkzeug zum Stecken von Lötstiften in Prints. Die Gummischlinge im Sägeschlitz verhindert das Herausfallen des Lötstiftes.

In der Fabrik ist es mit Maschinen leicht, das Lötende in Löcher zu drücken, die regelmäßig – und das müssen sie – zu klein sind. Solche Maschinen hat man nicht. Was also tun? Nur noch Lötstifte mit einem Lötende kaufen, das nicht kreisrund, sondern vierkantig ist! Das Vierkant wird aus dem ursprünglich runden und auch 1,3 mm dicken Lötende geformt, es bekommt so eine „Schlüsselweite" von weniger als 1,3 mm, nämlich reichlich 1,1 mm, und über die Ecken gemessen sind es reichlich 1,4 mm. Die Spitze ist in beiden Fällen pyramidenförmig.

Von den verschiedenen Lötstiftgrößen sollte man sich für die mit 4,5 mm langem Vierkant-Lötende und 6 mm langem Kontaktende entscheiden. Diese Abmessung heißt Kontaktstift für Leiterplatten RTM 1,3/4,5/6.002.

Bohrt man – oder der Leiterplattenhersteller – in die Leiterplatte ein Loch mit einem Spiralbohrer von 1,3 mm ϕ, so ist das für einen Lötstift mit rundem Lötende vielleicht zu klein oder zu groß, aber der Lötstift mit Vierkantende fällt nicht in das Loch hinein, läßt sich jedoch mit nicht zu großer Kraft hineindrücken und klemmt darin fest. Das kommt von den vier „Kanten" des Vierkants, die sich wie Schneiden in der Lochwandung festkrallen.

Es juble aber keiner, daß das Problem so für alle Mal gelöst sei. Mit einem Spiralbohrer von 1,3 mm ϕ kann man auch ein Loch von 1,4 oder 1,5 mm ϕ bohren, wenn die Bohrmaschine in Unstand ist, wenn das Bohrfutter verdorben ist, wenn der Bohrer verbogen ist, wenn der Bohrer unscharf ist, wenn der Bohrer falsch, z.B. ungleichmäßig geschliffen ist. Dazu kommt, daß solche Löcher in größerer Zahl nur mit einer Bohrmaschine gebohrt werden sollten, die in einem Bohrständer eingespannt ist; das gilt aber auch für die meisten anderen anfallenden Bohrarbeiten. Um es also noch hinzuzufügen: Der Bohrer von 1,3 mm ϕ muß ein Loch von 1,3 mm ϕ ergeben!

STECKWERKZEUG FÜR LÖTSTIFTE

Für das Hineinstecken der Lötstifte mit Vierkant in die Leiterplatte lohnt sich die Anfertigung eines Hilfswerkzeuges. Bild 3 zeigt es.

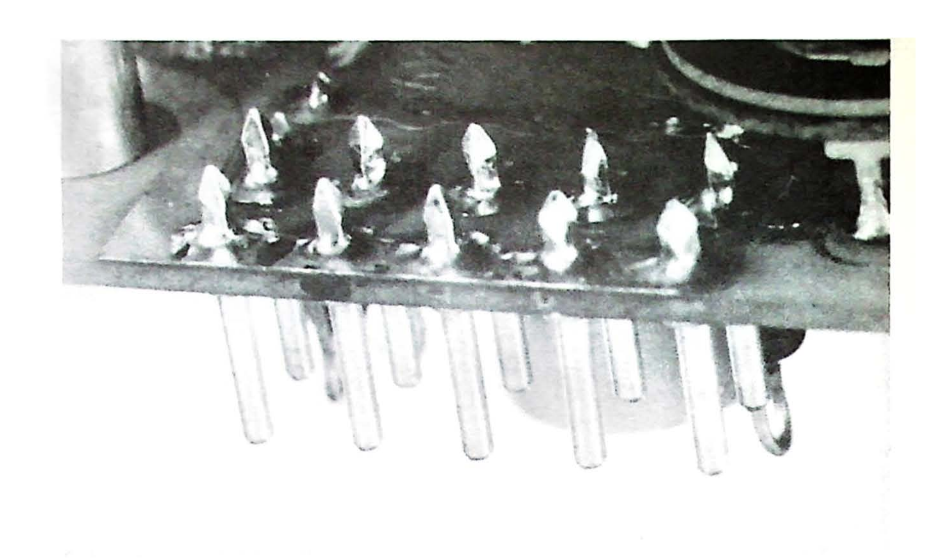


Bild 4. Jeder Lötstift muß satt auf der Leiterbahnseite des Prints angelötet sein.

Es ist ein richtig dicker Nagel von etwa 4 bis 6 mm ϕ und 100 mm Länge. Die Spitze muß rechtwinklig abgesägt und geglättet werden. In der Mitte der so geschaffenen Stirnfläche bohrt man ein Loch mit einem Bohrer 1,3 mm ϕ, etwa 9 mm tief. Das Kontaktende des Lötstiftes soll leicht – ohne zu klemmen – hineinpassen. Ist das Loch zu eng, wird es mit einem Bohrer von 1,4 mm ϕ aufgebohrt, aber nicht größer. Nun fällt allerdings der Lötstift aus dem Setzwerkzeug gleich wieder heraus, wenn die Öffnung nach unten zeigt. Wer es will, kann da noch etwas basteln, damit jeder Stift festgehalten wird. Z.B. sägt man 5 mm vom Ende entfernt quer einen Schlitz von 1,5 mm Breite bis nahe zur Mitte. Nach Entfernen des Sägegrates außen und innen wird in die Sägenut ein kleiner roter Schnipsgummi gelegt, durch mehrmaliges Legen um das Werkzeug gespannt und schließlich verknotet. Nun fällt kein Stift mehr aus dem Werkzeug.

STECKEN UND ANLÖTEN DER LÖTSTIFTE

Beim Stecken stützt man mit zwei Fingern auf der Leiterbahnseite ab. Dabei aber möglichst nicht so, daß die Spitze des Lötendes sich in eine der Fingerkuppen bohrt, weil sich auf angetrocknetem Blut schlecht Löten läßt. Mit etwas Sorgfalt und Übung stehen dann die Lötstifte allseitig schön rechtwinklig zur Leiterplatte; wenn nicht, richtet man mit dem Steckwerkzeug nach.
Eine gute Lötung sieht so aus wie in Bild 4; Lötdraht 1,5 mm ϕ und Lötkolben nicht unter 15 Watt!
Entsprechend üblicher Praxis wird man auch die vorstehenden Lötstiftenden auf der Leiterbahnseite bis auf den Lötring herab ab-

kneifen, es sei denn, man benützt diese Enden für weitere Lötverbindungen, was später beschrieben wird. Man hüte sich, dazu die übliche kleine Zange zu nehmen, mit der sich sonst noch tausende Kupferdrahtenden von Widenständen und Transistoren abkneifen lassen. Die Lötstifte sind aus Messing von 1,3 mm ϕ, und das verträgt keine der üblichen Zangen, besonders wenn man gewohnt ist, mehr mit der Spitze als in der Tiefe zu arbeiten. Benötigt wird ein kräftiger Seitenschneider für Drähte von 1,5 mm ϕ und größer, allerdings ist mit dieser größeren Zange nicht immer leicht an die oft eng beieinander stehenden Stifte heranzukommen. Beim Entwurf einer Leiterplatte muß man übrigens darauf achten, daß der Abstand von Stift zu Stift in einer Reihe im Raster von 5 mm (oder mehr) ist. Die Steckschuhe müssen sich ja in jeder beliebigen Stellung aufstecken lassen. Zwischen zwei Steckschuhen ist, wenn sie sich am nächsten kommen, bei 5 mm Stiftraster nur noch ein knapper Millimeter Platz, gerade Platz genug für eine Schrumpfschlauchisolierung (siehe Bild 5).

KABELVERBINDUNGEN MIT STECKSCHUHEN

Sind z.B. zwei Lötstifte auf verschiedenen Modulen miteinander zu verbinden, braucht man dazu zwei Steckschuhe und das geeignete Kabel in der passenden Länge. Natürlich hätte man überhaupt keine Lötstifte vorzusehen brauchen; es hätte eine an beiden Leiterplattenstellen gelötete Draht- oder Kabelverbindung genügt! Heute sollte man die Vorteile der Steckverbinder – elektronisch einwandfrei und flexibel in jeder Richtung – immer nutzen. Man kann schnell Verbindungen trennen, die sonst bei der Suche nach einem Fehler, beim Umbau oder Modernisieren abgelötet werden müßten. Diese und noch viel mehr Flexibilität bietet das System Lötstift/Steckschuh, verbunden mit Kabeln, aber auch miteinander, das heißt

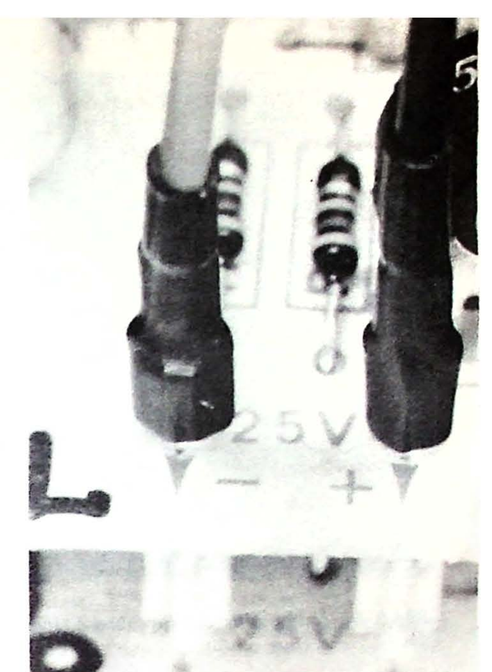


Bild 5. Auf Prints mit Lötstiftanschlüssen geben Kabel mit Steckschuhen und Schrumpfschlauchisolierung eine elektrisch sichere, sauber aussehende und eben beliebig oft lösbare Verbindung.

z.B. zwei Lötstifte an einen Steckschuh und weitere 99 (?) Variationen! Wer will sie zählen?

VORBEREITUNGEN

Für das in der Einleitung versprochene Herstellen der verschiedensten Kombinationen benötigt man zunächst je eine Handvoll vorverzinnter Steckschuhe und Lötstifte. Für zwei solcher kleinen Berge von vorverzinnten Teilen dient eine kleine Hilfsvorrichtung; die Mühe dafür lohnt sich, denn man benö-

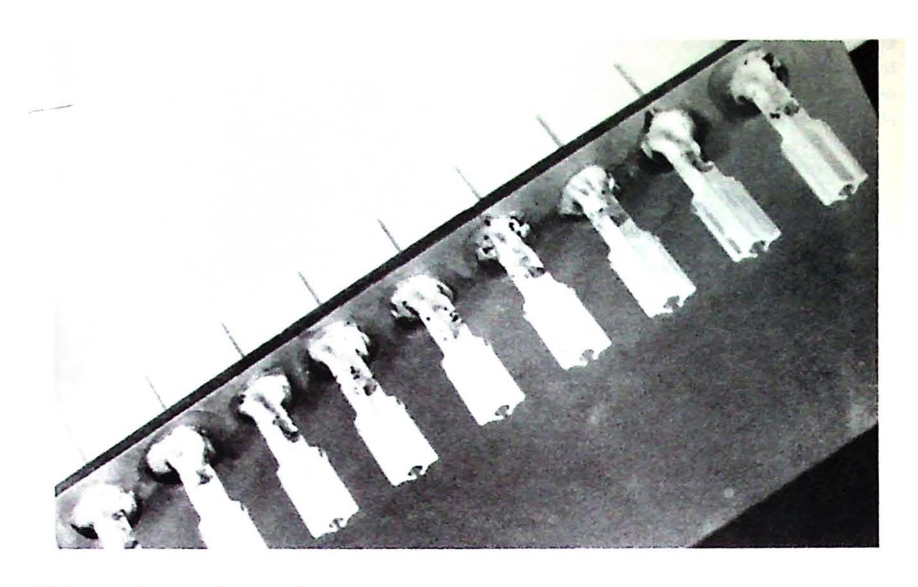


Bild 6. Die fertige Allzweck-Eigenbau-Lötvorrichtung.

tigt die Vorrichtung immer wieder. Für die in Bild 6 gezeigte Lötvorrichtung schneidet man einen Streifen einer kupferkaschierten Hartpapierplatte zurecht, Größe etwa 50 mm x 80 bis 100 mm; Qualität unwesentlich, aber möglichst 1,5 mm dick. 5 mm vom breiteren Rand entfernt bohrt man im Abstand von 7,5 mm eine Reihe von etwa 10 bis 12 Löchern, Bohrer 1,3 mm ϕ. In die Löcher kommen von der Hartpapierseite her je ein Lötstift mit dem Vierkant-Lötende voran, wobei die Stifte stramm festsitzen sollen. Nun lötet man sie von der Kupferseite her gut fest und verzinnt im gleichen Lötvorgang das gesamte noch herausschauende Lötende recht satt.

Die Lötvorrichtung wird irgendwie gehaltert, am besten in einem kleinen, billigen Tischschraubstock wie ihn Bild 7 zeigt. Auf jedes Kontaktende der Lötstifte kommt ein Steckschuh mit der Lötöse waagrecht und ihrer konkaven Fläche nach oben. Die so waagerecht vor uns „liegenden" Lötösen verzinnt man jetzt mit Lötdraht 1,5 mm ϕ und etwa 15 Watt Lötkolben satt, aber ganz schnell, d.h. die sich über dem Loch bildende Lötperle darf nicht viel Zeit haben, sich auszubreiten. Das Flußmittel ist dabei noch nahezu vollständig anteilig vorhanden und bildet über und neben der Perle einen goldfarbigen Vorrat an Flußmittel. Mit einer passenden Zange zieht man die Steckschuhe ab und verschiebt den Tischschraubstock so, daß wieder die vorverzinnten Lötenden der Lötstifte zu sehen sind. Auf jeden der vorverzinnten Steckschuhe kommt ein neuer Lötstift, dann

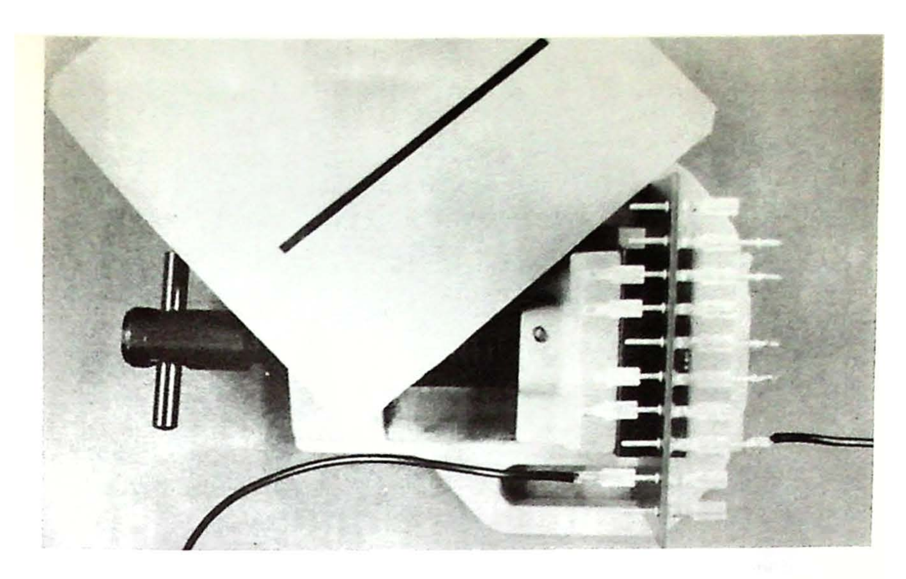


Bild 7. "Tisch"-Schraubstock mit eingespannter Lötvorrichtung. Obenauf liegt eine Pappeschürze, die vor dem Einspannen aufgesteckt wird und den Schraubstock vor Lot- und Flußmittelspritzern schützt.

faßt man das Lötende davon mit einer Zange oder Pinzette und lötet die Lötöse satt an ein Lötende. Dabei drückt man die Lötöse von unten gegen das Lötende, hält den Steckschuh – alles mit der linken Hand – möglichst waagrecht und rechtwinklig zur Hartpapierplatte und verlötet die beiden Teile.

Dann kommt der erste praktische Einsatz der Lötvorrichtung: 10 Steckschuhe aufschieben, verzinnen, abziehen, neue aufschieben, verzinnen, abziehen usw. usw. Der kleine Berg wird langsam größer. Sind vielleicht etwa hundert fertig, dreht man den Tischschraubstock um und beginnt am Berg von 100 vorverzinnten Lötstiften. Was man noch tun sollte, ehe man mit dem Bergbau beginnt, ist folgendes: Die Faltfedern der Steckschuhe in der Vorrichtung etwas leichtgängiger machen; auf guten Kontakt kommt es ja hier nicht an. Man nehme also einen kleinen Schraubenzieher und mindere damit durch Aufbiegen die Federdruckkraft. Natürlich vorsichtig, war es zu viel, so läßt sich mit einer Zange wieder mehr Druck schaffen.

LÖTEN DER KABEL AN STECKSCHUHE

Die Universal-Lötvorrichtung wird gleich wieder benötigt, wenn man Kabel an Steckschuhe lötet. Die in einer Länge von 5 bis 6 mm vorverzinnten Kabelenden kommen an vorher auf die Lötvorrichtung gesteckte, vorverzinnte Steckschuhe. Die Lötöse dreht man dazu mit der Lötperle nach oben, legt das Kabelende gut ausgerichtet obenauf und

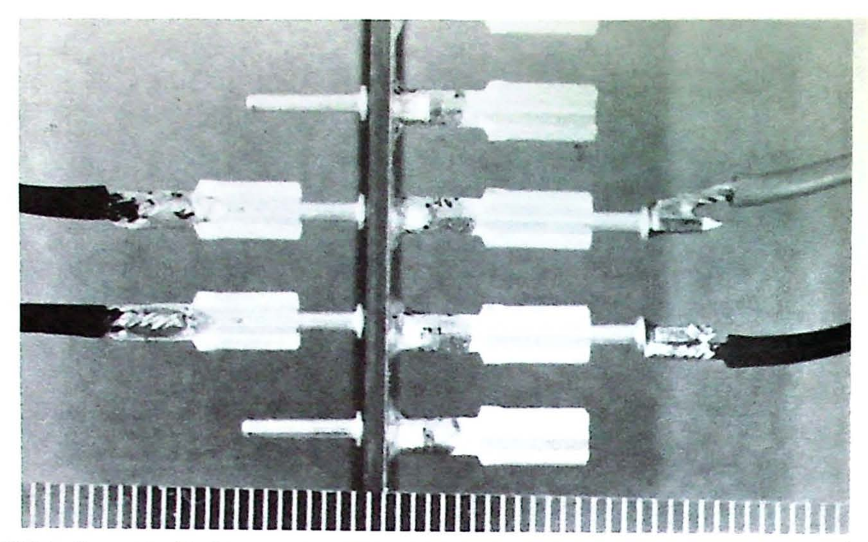


Bild 8. Gut und schlecht angelötete Kabel. Links ist das Lot zu weit in die Kontaktfeder des Steckschuhs geflossen. Rechts oben ist das Kabelende nur teilweise, weil schräg angelötet.

erwärmt die Lötöse mit dem Kolben von unten, bis das Kabelende gut umhullt eingeschmolzen ist, siehe Bild 8. Eine zittrige Hand stütze man gut auf dem Tisch ab, damit das Zinn ohne Erschütterung erkaltet.

KABELVERBINDUNGEN MIT LÖTSTIFTEN

Für viele Kabelverbindungen des Uniflex-Systems sind auch Kabelenden mit Kontaktstiften statt mit Steckschuhen erforderlich. Dazu nimmt man die vorverzinnten Lötstifte und an der Lötvorrichtung die Seite mit den Steckschuhen. Der Lötvorgang ist sinngemäß gleich: Kabelende oben auf Lötende des Lötstiftes, dann mit dem Kolben das Lötende von unten erwärmen. Wichtig ist auch hier, daß das Kabelende gut ausgerichtet wird und in seiner ganzen Länge auf dem Lötende aufliegt. Natürlich hat man die Lötstifte so ausgerichtet, daß das Kabelende auf die Mitte einer Vierkantfläche und nicht auf eine Kante zu liegen kommt (siehe Bild 8).

99 (?) KOMBINATIONEN VON STECKSCHUHEN MIT STECKSCHUHEN ODER LÖTSTIFTEN

Bild 9 zeigt ein Dutzend hauptsächlich benutzter Kombis. Es sind da etwa an einen Steckschuh 2 oder 3 Lötstifte gelötet. Damit kann man an einen Kontaktstift auf einer Leiterplatte zwei oder drei Kabel anschließen. Natürlich können es die Platzverhältnisse oder sonst was erfordern, daß man zwei oder drei Kabel direkt an einen Steckschuh lötet. Das ist aber mit drei Kabeln gar nicht mehr so einfach.

Besonders bei Versuchsaufbauten und Mes-

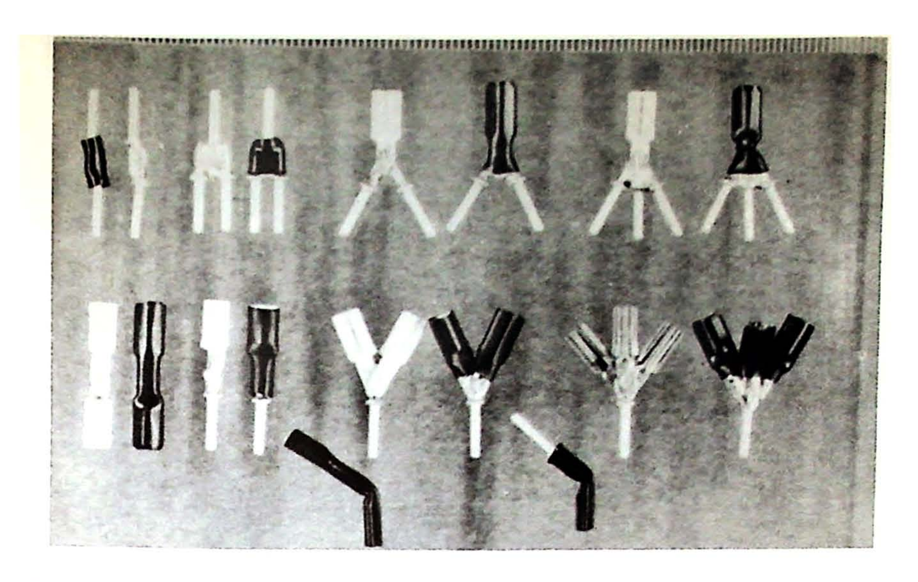


Bild 9. Kombis aus Lötstiften und Steckschuhen, mit und ohne Schrumpfschlauchisolierung.

sungen ist ein kleiner Vorrat von jeder Sorte der gezeigten Kombis sehr nützlich. Hat etwa ein Kabelende einen Lötstift und man möchte schnell für einen bestimmten Zweck einen Steckschuh daran haben, stecke man den Kombi „Steckschuh an Steckschuh" auf, im umgekehrten Falle den „Lötstift an Lötstift".

Einen Steckschuh an einem Kabel, oder einen Steckschuh an einem anderen Steckschuh kann man auch im Winkel abbiegen, ohne daß eine gute Lötstelle dann aufbricht. Der Übergang von den Meßgerätesteckern 2 mm ϕ etwa eines Multimeters auf Lötstift oder Steckschuh ist leicht, wenn man an 2 mm-Buchsen – rot und schwarz – Steckschuhe oder Lötstifte lötet und alles mit Schrumpfschlauch mehrlagig isoliert und versteift. Bild 10 zeigt auch diese Kombis.

Gut ist es beim Löten von Kabelenden an Steckschuhe und beim Löten von Steckschuh-Kombis, wenn die Lötöse des Steckschuhes waagrecht gehalten oder aufgesteckt wird. Dabei soll die Lötstelle niemals unnötig lange erhitzt werden. Fließt nämlich das Lot zu weit in die Richtung der Faltfeder oder gar in diese hinein, dann kann die Federfunktion der Faltfeder gestört werden. Außerdem stößt dann die Spitze des Kontaktendes des Lötstiftes (!) gegen das Lot und läßt sich nicht mehr bis zum Anschlag einschieben. Bild 8 zeigt es „gut" und „schlecht".

STECKDORN

Bild 11 zeigt zwei ganz einfache Hilfswerkzeuge, vom Autor „Steckdorne" genannt, die man sich unbedingt herstellen sollte. Man

Bild 10. 2 mm-Buchsen mit Lötstift oder Steckschuh, zweifach mit Schrumpfschlauch isoliert.

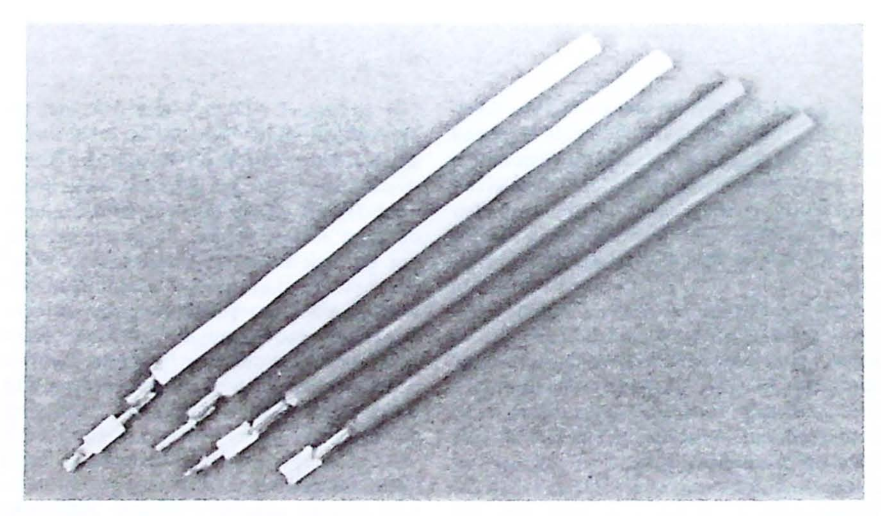


Bild 11. "Steckdorne" mit und ohne aufgesteckte Gegenstücke zum Löten an andere Bauteile.

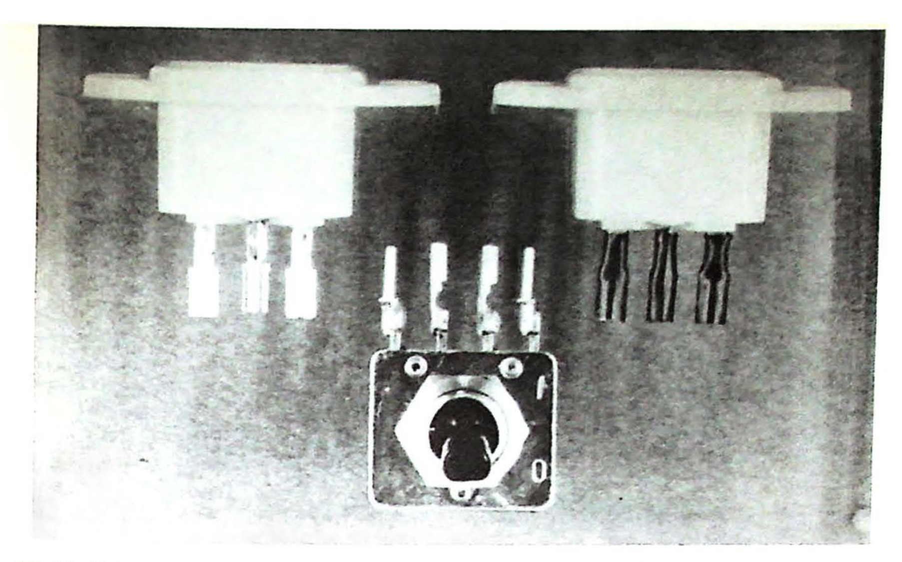


Bild 12. Kaltgeräte-Steckdosen mit angelöteten Steckschuhen, mit und ohne Isolierung. Unten ein doppelpoliger Ein/Ausschalter mit Uniflex-Touch.

benötigt dafür nur aus der imaginären Bastlerkiste, von der in sovielen Bauanleitungen die Rede ist, zwei Stücke isolierten Kupferdrahtes von etwa 80 bis 100 mm Länge und etwa 2 mm Leiterϕ, also über 3 mm^2 Querschnitt. Der dicke Kupferdraht hat drei Vorzüge. Er läßt sich gut löten, ist steif genug und die Isolierung schützt vor zu schneller Wärmeleitung auf die Finger. An einem Ende jeden Drahtes entfernt man ca. 6 mm der Isolierung und lötet an den einen Draht einen Steckschuh, an den anderen einen Lötstift an, natürlich mit Hilfe der Lötvorrichtung.

Einige Beispiele erläutern den Zweck der Steckdorne. Bild 12 zeigt eine Kaltgeräte-Steckerdose und einen Ausschalter (2x). An beiden sind Lötstifte oder Steckschuhe angelötet. Dazu werden die entsprechenden Stellen vorverzinnt, wobei man Schalter bzw. Steckerdose im Tischschraubstock festklemmt. Dann steckt man auf einen Steckdorn mit Lötstift einen der vorverzinnten Steckschuhe und kann ihn so beim Löten an die Steckerdose sicher und richtig halten. Durch das Vorverzinnen beider Teile benötigt man beim Löten keine dritte Hand, die etwa noch Lötzinn zuführen müßte.

So lötet man mit einem Steckdorn die Steckschuhe oder Lötstifte an Trafos, Schalter, DIN-Diodenbuchsen usw. Bei der Wahl, ob ein Steckschuh oder ein Lötstift angelötet wird, hält man sich am besten an das System der Lichtstrom-Stecker und -Kupplungen. Dort, wo die Stromquelle ist, werden Steckschuhe angelötet, also etwa an der Steckdose. Das Verbindungskabel bekommt, wie eine Netz-Schnur, am einen Ende einen Lötstift, am anderen einen Steckschuh. Daraus folgt, daß die zwei Eingangs-

Bild 13. Die P.E.-Spannungsquelle aus Heft 2 und ein weiteres Netzgerät sind hier in einem Gehäuse mit Kombis an eine gemeinsame Kaltgeräte-Steckerdose angeschlossen.

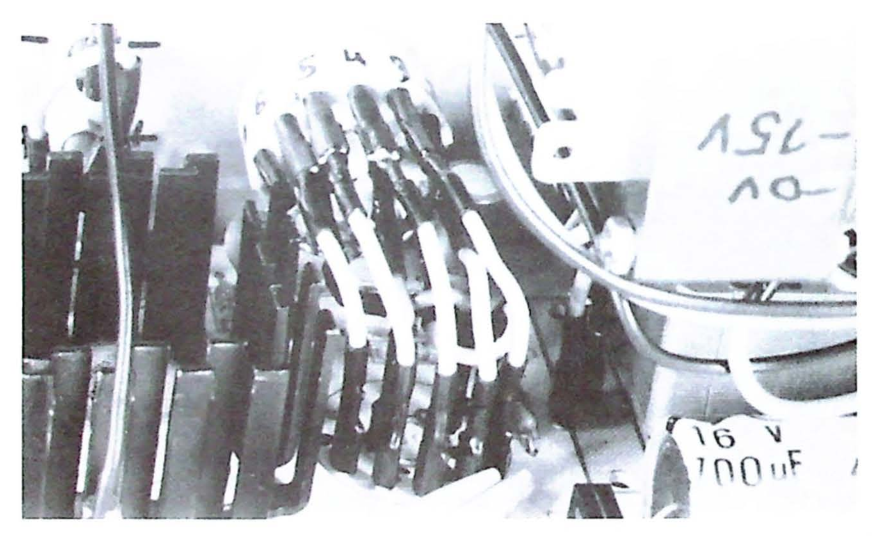


Bild 14. Der Drehschalter der P.E.-Spannungquelle ist hier im rechten Winkel zum Print mit Uniflex-Kabeln sicher, beweglich und lösbar verbunden.

kontakte 2 Lötstifte, die zwei Ausgangskontakte 2 Steckschuhe erhalten.

BEISPIELE

Zwei Netzgeräte, die P.E. Spannungsquelle und ein 12 V-Netzgerät, wurden in einem Gehäuse untergebracht. Im Gehäuse ist *eine* Steckerdose, an der *beide* Netzschalterkabel mit „Kombis" angeschlossen sind, siehe Bild 13.

Bild 14 zeigt im rechten Winkel zu der Leiterplatte der P.E. Spannungsquelle (Heft 2) einen Drehschalter 2 x 6 mit Steckschuhen und Lötstiften. Zusammen mit einem zusätzlichen Widerstand sind alle 6 Schalterkontakte belegt. Der zusätzliche Kontakt schaltet 5 V ein. Die Schalterstellungen sind insgesamt 0 V – 4,5 V – 5 V – 6 V – 7,5 V – 9 V.

In Bild 15 ist zu sehen, wie die zwei Leiterplatten „links" und „rechts" des P.E. LED-VU-Meters verbunden werden können. Die Bauvorschrift sieht nach dem Verschrauben mit den 4 Abstandsröhrchen eine feste Lötverbindung mit Kupferdrahtstücken zwischen linker und rechter Leiterplatte vor. Stellt man bei der Inbetriebnahme einen Fehler fest, muß man die Lötverbindungen zuerst einmal wieder lösen. Das Bild 15 zeigt auf der rechten Leiterplatte 3 Lötstifte, auf die 3 Steckschuhe gesteckt sind. Dann wurden beide Leiterplatten mit den Abstandsröhrchen verschraubt, die Lötösen der Steckschuhe dicht an die Lötenden der Lötstifte gebogen und dort verlötet. So entsteht eine ideale Steckverbindung zwischen beiden Leiterplatten.

NACHBEMERKUNGEN

Mit den erwähnten Beispielen sind die Möglichkeiten des Uniflex-Systems längst nicht erschöpft. Sieht man von der Leistungselektronik ab, so kann sogar das Heimlabor, also alle Meßgeräte einschließlich der Spannungsquellen und der Strippen voll auf Uniflex-Basis arbeiten, denn für alle Arten

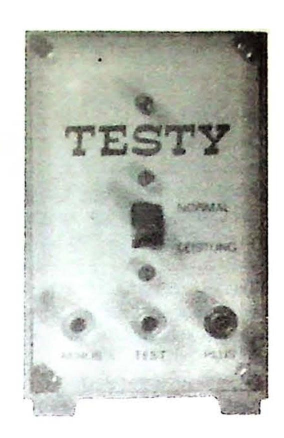


Bild 15. Die beiden Prints für den rechten und linken Kanal des LED-VU-Meters aus P.E. Nr. 4 sind hier "uniflexibel" verbunden, d.h. sie können lötfrei getrennt und zusammengesteckt werden.

von Geräteanschlüssen lassen sich passende Uniflex-Adapter herstellen.

Die Laborstrippen kann man z.B. in verschiedenen Farben anfertigen. Bei entsprechender Isolierung kann auch abgeschirmtes Kabel, z.B. zweiadriges Diodenkabel, „uniflexibel" gemacht werden. Jedes Kabel, ob lose Strippe oder Verbinder in einem Gerät, erhält durch die praktische Schrumpfschlauchisolierung ein fast professionelles Aussehen. In diesem Zusammenhang sei auf den Beitrag „Tip 6" in dieser Ausgabe verwiesen.

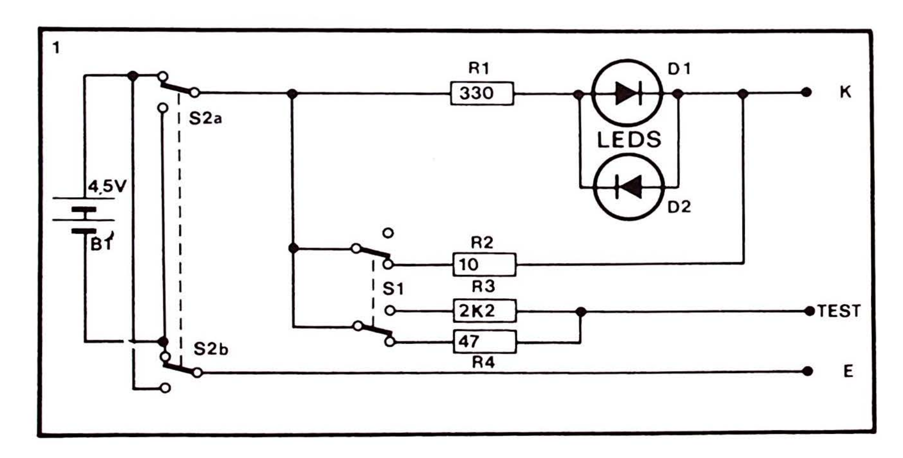
TESTY-TIP 1

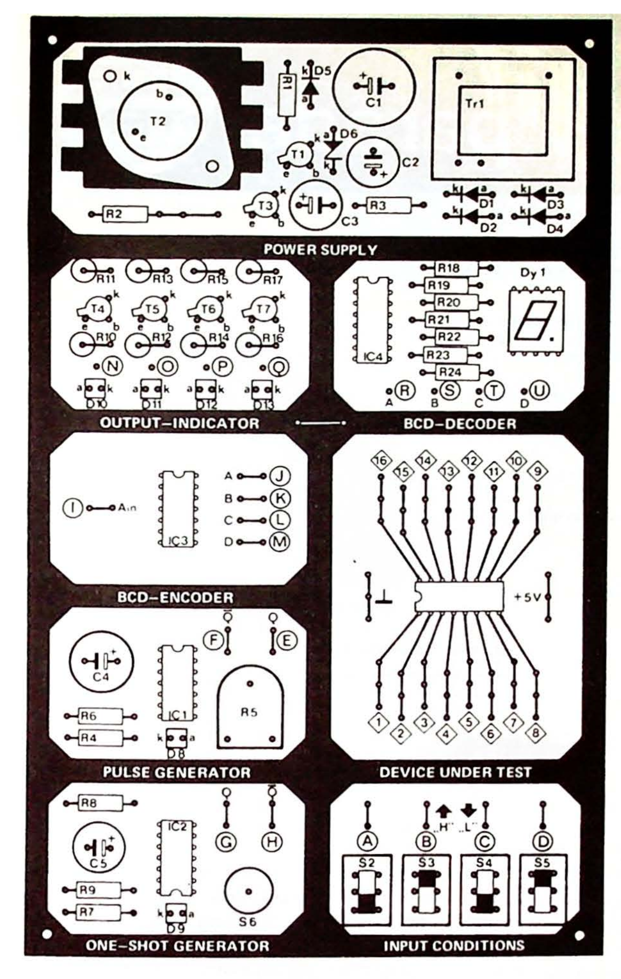


PNP-TRANSISTOREN TESTEN MIT DEM TESTY

H.J. HEUVING

Der Testy aus Heft 2 ist zwar originell und vielseitig, jedoch können PNP-Transistoren nicht getestet werden. Dieser Schönheitsfehler läßt sich mit einfachsten Mitteln beseitigen, dazu sind lediglich ein doppelpoliger Umschalter und eine zweite LED erforderlich.
Wie das Bild zeigt, dient der Schalter S2 zum Umpolen der Batterie. Die zusätzliche LED liegt anti-parallel zur bereits vorhandenen (Pfeilrichtung beachten).
Auf der Frontplatte ist genügend freie Fläche für Schalter und LED vorhanden. Die beiden Schalterstellungen werden mit NPN und PNP gekennzeichnet, ebenso die LEDs.
Die Bezeichnung der Polarität der beiden äußeren Anschlußbuchsen stimmt nun natürlich nicht mehr. Die Buchsen erhalten die Bezeichnungen ,,Kollektor'' und ,,Emitter'' (K und E im Bild).





Vorschau

In Heft 7 bringt Populäre Elektronik u.a. den

TTL-Trainer

Der Einstieg in die Digitaltechnik ist heute nicht mehr so einfach wie vor Jahren, als diese Technik aufkam und sich noch Fachzeitschriften mit den Grundlagen befaßten und den aktuellen Entwicklungen folgten. In der Zwischenzeit sind zehntausende Newcomer der Gilde der Freizeitelektroniker beigetreten. Viele haben jetzt schwer zu kämpfen, wenn sie eine Fachzeitschrift aufschlagen und mit den Dreiecken, Rechtecken und komischen halben Stadien konfrontiert werden, die alle eine bestimmte, mehr oder weniger komplizierte digitale Funktion haben.

Für alle, die damals aus irgendwelchen Gründen den Anschluß verpaßt haben, läßt P.E. den Zug nochmals abfahren. Die erste Station ist der TTL-Trainer, ein kleines, im Nachbau einfaches Digital-Labor; er ist ein idealer Begleiter auf der Reise in die Welt des "High" und "Low".

Print im Maßstab ca. 1 : 1,4



IHR SCHALTUNGSWUNSCH IM P.E.-PROGRAMM!

P.E. praktiziert Mitbestimmung für aktive Elektronik-Hobbyisten. Wie funktioniert das?
Sie können eine Postkarte einsenden. Auf der Rückseite tragen Sie fünf Schaltungswünsche ein. Freimachen und abschicken — das ist alles.

In P.E.'s Hitparade "TOP TEN" werden die 10 meistgenannten Schaltungen aufgeführt. Damit setzt sich die Redaktion selbst in Zugzwang und muß dafür sorgen, daß die Hits schnellstmöglich kommen!
Die eingesandten Schaltungsvorschläge werden in der Reihenfolge ihrer Nennung mit 5, 4, 3, Punkten usw. bewertet.

Der Stand der Hitparade nach 1146 Einsendungen:

1. Superspannungsquelle (3 Volt .... 30 Volt, 1,3 Ampere) 1203
2. Lichtdimmer 510
3. Spannungslupe (Vorsetzer für Vielfachinstrumente) 501
4. Ultraschall-Einbruchalarm 458
5. Black-Box-Verstärker (NF-Endverstärker mit IC) 399
6. Anti-Lichtorgel 275
7. P.E.-Bamby (Miniverstärker) 265
8. Rauschfilter in Modultechnik 211
9. H.E.L.P. (Handliche Edukative Labor-Platine) 201
10. Schwesterblitz 200

Der Beitrag "TV-Tonkoppler" in dieser Ausgabe nahm bisher den 2. Platz ein.

TESTY TIP 2: ELKOS TESTEN MIT DEM TESTY

Sehr wichtig ist es, daß der Elko zunächst durch Verbinden seiner beiden Anschlüsse kurzgeschlossen wird; gute Elkos können ihre Ladung einige Tage speichern, und ein geladener Elko könnte dem Testy gefährlich werden.
Der Schalter steht in Stellung "Normal". Die negative Buchse wird mit dem Minus des Elkos verbunden, diese Seite ist bei fast allen Typen durch einen Ring gekennzeichnet.
Während man die zweite Verbindung zwischen der Plus-Buchse und dem Plus-Anschluß des Elkos herstellt, beobachtet man die LED. Sie muß zuerst kräftig aufleuchten, anschließend langsam verlöschen. Dann ist der betreffende Elko in Ordnung. Im ersten Moment fließt ein hoher Strom auf den Elko, den die LED anzeigt. Mit zunehmender Ladung nimmt der Strom ab, die LED verlöscht. Sobald der Elko auf die Spannung der Batterie geladen ist, fließt nur noch ein sehr kleiner Leckstrom, der von der LED nicht angezeigt werden kann.
Leuchtet die LED dauernd, und sei das Leuchten auch noch so schwach, dann hat der Elko einen unzulässig hohen Leckstrom und ist unbrauchbar, oder man hat den Elko verkehrt angeschlossen.

Das perfekte Elektronik-Studio

Schulung für die Zukunft – spielend schon im Kindesalter lernen!

Electronic-Compact-Studio

- **Funktional im Gerätedesign, mit Rauchglasabdeckung**
- **Einbaufertig vorbereitete Elektronik-Bausteine**
- **Verblüffend einfache Leitungs-Steck-Technik**
- **Leicht verständliches, humorvoll aufgemachtes Anleitungsbuch**
- **Ohne Vorbereitungen und Vorkenntnisse sofort experimentieren**

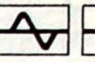
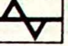
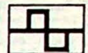
Mit dem Electronic-Compact-Studio bringen wir ein neues Konzept für elektronische Experimentierbaukästen. Das solide Material mit den praktischen Steckbausteinen erlaubt einen schaltbildähnlichen Aufbau.

Best.-Nr. 35998 0396 — DM 149,–

Es bietet über 200 Einzelteile, wie z. B.:
Eingebauter Lautsprecher, Universal-Meßinstrument für alle elektronischen Messungen, Potentiometer, Drehkondensator, Diode, Leuchtdiode, Transistoren, Widerstände, Elektrolyt- und Scheibenkondensatoren, Fotozelle, Ferritantenne usw., bis zur Überspielbuchse zum Anschluß von Cassetten-Recordern, Plattenspieler, Verstärker.

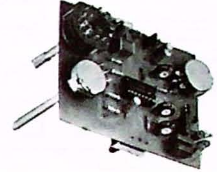


Funktionsgenerator FG 06

Alle Bauelemente einschl. Potis und Schalter auf einer Platine 100 x 75 mm. Klirrfaktor 0,5 % typisch mit einfachem Multimeter einstellbar durch eingebautes Sperrfilter.

Betriebsspannung:	10 ... 26 V
Stromaufnahme:	10 ... 20 mA
Frequenzbereich:	1 Hz ... 100 kHz in 4 Bereichen, durch Kondensatoränderung leicht erweiterbar.
Ausgangsspannung:	bei $U_B = 12$ V 6 V (Sinus, Dreieck) einstellbar 12 V (Rechteck)
Ausgangsimpedanz:	600 Ohm (Sinus, Dreieck) 10 kOhm (Rechteck)
Amplitudenstabilität:	typ. 0,5 dB bei 1:1000 Frequenzvariation
TK:	$\leq 5 \times 10^{-5}/°C$
Spannungsabhängigkeit:	$\leq 0{,}01$ %/V



Best.-Nr. 35998 1007 — DM 49,50

Terminal Strip Typ 34 T

340 Steckmöglichkeiten, je 5 Kontakte sind quer verbunden, nimmt 4 St. 14polige IC und diverse andere Bauelemente auf.
Maße: 89 x 34 mm.
Best.-Nr. 36993 1003 — DM 28,50

Bus Strip Typ 34 B

48 Möglichkeiten, je 5 Kontakte sind längs verbunden, als Stromversorgungsleiste für 34 T geeignet. Maße: 89 x 9 mm.
Best.-Nr. 36993 1004 — DM 6,70

Terminal Strip Typ 48 T

480 Steckmöglichkeiten, je 5 Kontakte sind quer verbunden, nimmt 6 St. 14polige IC und diverse andere Bauelemente auf.
Maße: 124 x 34 mm.
Best.-Nr. 36993 1001 — DM 34,00

Bus Strip Typ 48 B

72 Steckmöglichkeiten, sonst wie 34 B.
Maße: 124 x 9 mm.
Best.-Nr. 36993 1002 — DM 7,50

Kennen Sie die neueste

Hobby-Kits-actuell?

Das Neuheitenblatt von Hobby-Kits mit den brandneuen Hits und einer Menge von Sonderangeboten und Bauteilen.
Bitte hier ☐ ankreuzen.
Sie erhalten sie kostenlos.

Super Strip

beinhaltet 1 Terminal Strip mit 2 Bus Strips.
64 Reihen mit 2 x 5 Kontakten.
Nimmt 9 St. 14polige ICs und etliche andere Bauelemente auf.
Maße: 165 x 57 mm



Best.-Nr. 36993 1005 — DM 58,00

Neue II. Auflage

Der große Hobby-Kits-Katalog mit einem Riesenangebot für den Hobby-Elektroniker, z. B.: Lern- und Experimentiergeräte, Spiele, Werkzeuge, Musik-Elektronik, Funksprechgeräte, Bausätze fürs Auto etc.
Kosten: Bei Zahlung mit **Verrechnungsscheck DM 6,66** (Versand innerh. von 3 Tagen). Bei **Nachnahme DM 6,66 + DM 2,50** Versand- und Nachnahmegebühr. (Versand innerhalb von 10 Tagen). Bei Auslieferung mit bestellter Ware **nur DM 5,–**.

Phasing Bausatz

der Effekt von rotierenden Lautsprechern wird elektronisch imitiert.



Geschwindigkeit stufenlos einstellbar.
8 Operationenverstärker, 1 MOS-IC, 2 Transistoren. Betriebsspannung: 9-15 Volt. Batteriebetrieb über 9-Volt-Block möglich.
Platinenabmessungen: 120 x 52 mm.
Bestens geeignet zum Einbau in Orgeln, Verstärkern u. ä. Musikanlagen.
Platinenbausatz
Best.-Nr. 35996 0517 — DM 49,50

Name ____________________

Straße ____________________

Wohnort ____________________

Hobby-Kits
Postfach 1570
7530 Pforzheim

ITT

Inserenten-Verzeichnis

Da gehen Hobbyfunker auf Empfang!

HANDIC HANDSPRECHFUNKGER. mit PR-Nr.
Handic 15 — 2 Kn. 1 Kn. beqrzt. — 173,00
Handic 32 — 3 Kn. 1 Kn. beqrzt. — 265,00
Handic 62 — 6 Kn. 1 Kn. beqrzt. — 354,00

STABO HANDSPRECHFUNKGER. mit PR-Nr.
Stratofon Delta — 3 Kn. 1 Kn. beqrzt. — 158,00
Stratofon P 3 — 3 Kn. 1 Kn. beqrzt. — 228,00
Multifon S 7 — 1 Kn. beqrzt. — 148,00
Multifon S 8 — 1 Kn. beqrzt. — 128,00

HANDIC MOBILGERÄTE mit PR-Nr.
Handic 1605 — 6 Kn. 1 Kn. beqrzt. — 438,00
Handic 1605 DL — 6 Kn. 1 Kn. beqrzt. — 475,00
Handic 1235 — 12 Kn. voll Beqrzt. — 665,00
Handic selektivruf S 12 — 298,00
Stimmgabel für S 12 — 29,00

STABO MOBILGERÄTE mit PR-Nr.
Stabo M 12 — 12 Kn. 1 Kn. beqrzt. — 384,60
Stabo M 12 — 12 Kn. beqrzt. — 506,00

PACE MOBILGERÄT mit PR-Nr.
Pace CB 123 A — 12 Kn. beqrzt. — 598,00

TFT MOBILGERÄTE mit PR-Nr.
TFT-AM 2001 — 12 Kn. voll beqrzt. — 698,00

HANDIC FESTSTATION mit KF-Nr.
Handic 12305 — 12 Kn. voll beqrzt. — 940,00

TFT FESTSTATION mit KF-Nr.
TFT BM 50 — 12 Kn. voll beqrzt. — 980,00

CALETTI-ANTENNEN
Bravo 27 — Klemm-Mobilantenne 27 MHz — 61,00
Alpha S 4 B 27 — Mobilantenne 27 MHz — 115,00
Charlie 27 — Mobilantenne 27 MHz — 108,00
Oscar 27 — Mobilantenne 27 MHz — 75,00
Atlas HF 27 — Mobilantenne 27 MHz — 69,00
WHIP A — Zusatzstrahler Atlas — 56,00
WHIP O — Zusatzstrahler Oscar — 54,00
Whisky 27 — Stationsantenne 27 MHz 4 Radiale — 115,00
GPV 27 — Stationsantenne 27 MHz 4 Radiale — 89,00
ABMS 156 MHz — Seefunkantenne — 118,00
Bravo 144 MHz — Amateur-Rinnen-Klemmantenne — 55,00
Atlas 144 MHz — Amateurantenne — 78,00
Jet 144 MHz — Amateurantenne — 58,00
Jet S 144 MHz — Amateurantenne — 69,00
Mercury 144 MHz — Amateurantenne — 138,00
Esse 8 U 144 MHz — Amateurantenne — 53,00

ASAHI-ANTENNEN
ASAHI MG-11 — Magnet-Haftantenne — 80,00
Million M-1 — Klemm- u. Einbauantenne — 57,00
Million V-1 — Basisantenne — 86,00
Automatic-Antennen für CB- u. Radio — 169,00

L.E.M.M.-ANTENNEN
SF 027 — Mobilantennen — 39,50
FNE 027 m. Kabel — Mobilantennen — 48,00
FNS 027 o. Kabel — Mobilantennen — 48,00
SFD 027 Lang — Mobilantennen — 59,00
GFN 027 — Mobilantennen 27 MHz m. Dachrinnenbefestig — 65,00
Nautica — Bootsantenne — 175,00
LS 027 — Balkonantenne — 89,00
LSM 027 — Balkonantenne, kurz, — 99,00
GP 4 027 — Stationsantennen 4 Radials — 114,00
GP 8 027 — Stationsantennen 8 Radials — 175,00

ANTENNENSCHALTER
Nato 2 — 26,50
Nato 2 R — 35,50
Nato 3 — 44,50
Nato 3 G — 46,50
Nato 3 Prof. — 55,00

Quarze 455 KHz — per Pa. 12,00
Große Mengen bitte anfragen.

MIKROFONE
UD 101 A, — Handmikrofon — 45,00
UD 114-Verstärker — Standmikrofon regelbar — 89,00
UD 114 A Verstärk. — Standmikrofon schaltbar — 104,00
Royce-Verstärker, — Standmikrofon, regelbar — 158,00
Royce-Telefonset, — Sprechgarnitur — 76,00
Palcom Vox mit Kopfhalter und Condensator-Mikrofon sowie Rogerpiep — 156,00

NETZGERÄTE
PG 100 — 67,30
PG 116 — 79,00
PG 76 — 110,00
PG 227 — 179,00
Hercules 312 — 428,00
PG 77 — 166,00
HS 73/15 — 267,00
HS 73/40 — 280,00
160 N — 370,00

MESSPLÄTZE
Pigino 75 — 438,00
Professional — 659,00
Pulsar — 659,00
Elam LB 101 — 368,00

UKW- und KW-EMPFÄNGER
Marc d.c. — 678,00
UKW 10 Kn. Scanner MR 1000 — 346,00
Handic 006, 8 Kn. unbeqrzt. — 545,00
Handic 007, 8 Kn. m. Radio — 730,00

CB-TESTER u. MESSGERÄTE
Kaise CB-Tester — 205,00
Test Master — 260,00
SWR-Meter ME IIX — 68,00
SWR 25 Low Power — 65,00

SONDERQUARZE für MISCHQUARZGER.
Frequenzen 37,800 37,850 MHz 37,900 37,950 MHz — p. Stck. 13,50
Größere Mengen auf Anfrage.

MOBILGERÄTE f.d. EXPORT
Alpha W 61 — 23 Kn. beqrzt. o. FTZ-NR — 498,00
Royce 1612 — 23 Kn. beqrzt. o. FTZ-NR — 541,00
GTX-36 — 23 Kn. beqrzt. o. FTZ-NR — 420,00
Jefferson CB 705 — 23 Kn. beqrzt. o. FTZ-NR — 430,00
Boman GTX-740 — 23 Kn. beqrzt. o. FTZ-NR — 465,00
Pace CB 123 A — 23 Kn. beqrzt. o. FTZ-NR — 438,00
Pace CB 144 — 23 Kn. beqrzt. o. FTZ-NR — 532,00
Pace CB 143 — 23 Kn. beqrzt. o. FTZ-NR — 430,00
Alpha W 41 AM/SSB — 23/46 Kn. beqrzt. o. FTZ-NR — 825,00
Siltronix Cherokee AM/SSB — 23/46 Kn. beqrzt. o. FTZ-NR — 975,00
Alpha W 62 — 40 Kn. beqrzt. o. FTZ-NR — 896,00
Alpha UKW 156 MHz — 12 Kn. unbeqrzt. o. FTZ-NR — 845,00

FESTSTATIONEN für den EXPORT
Pace CB 113 — 23 Kn. beqrzt. o. FTZ-NR — 620,00
Pace CB 162 — 23 Kn. beqrzt. o. FTZ-NR — 430,00
Alpha SSB AL — 23 Kn. beqrzt. o. FTZ-NR — 1.120,00
Innohit-Station AM — 23 Kn. beqrzt. o. FTZ-NR — 645,00

HANDGERÄT für den EXPORT
Royce 1408 — 6 Kn. beqrzt. 1 Kn. — 299,00

ENDSTUFEN
Golden Box — 1-15 Watt — 158,00
AR 27/S 60 — 30-60 Watt — 260,00
Titan — 500 Watt — 1.220,00
Tornado — 1000 Watt — 1.398,00

Midland Mod. 13-884 23-Kanal-Telefonset-Transc., vollbequarzt verwendbar Mobil und Stationär, 4 Watt Output, mit allen technischen Finessen ausgestattet, ohne PR.-Nr. **DM 649,50**

Midland Mod. 79-892 *40-Kanal-SSB/AM Mob. Tranc.* vollbequarzt AM/4 Watt - SSB 12 Watt RF Gain - Rauschlimiter etc., ohne PR.-Nr. **DM 874,50**

Midland Mod. 77-882 (Wie Mod. 79-892 ohne SSB) *40-Kanal*-Mobiltranc. vollbequarzt, in Spitzenqualität - 4 Watt - Output **DM 557,50**

Midland Mod. 13-886 Deluxe, 23-Kanal, 4 Watt Heim Station im Telefonstil, vollbequarzt, großer S-RF/SWR-Meter, ohne PR.-Nr. 220 V. **DM 790,00**

Midland Mod. 13-858 23-Kanal-Heimstation 4 Watt-Output vollbequarzt, hervorragendes Styling, ohne PR.-Nr. 220 Volt **DM 710,00**

JB ELECTRONIC-VERTRIEB-GROSSHANDEL
Funk- Meß- und Transistorgeräte-Vertrieb – FS-Kameras

6250 Limburg/Lahn 3
Telefon (0 64 31) 86 68
Japanimport-Europaexport

Preise einschließlich Merwertsteuer ● Midestauftrag DM 20,– ● Versand per Nachnahme ● Porto- und Verpackungsanteil bis DM 100,– Bestellwert DM 3,50, bis 500,– Bestellwert DM 5,90, über DM 500,– Bestellwert DM 6,90. Ab DM 1000,– Bestellwert Porto- und Verpackungskosten frei ● Angebote freibleibend

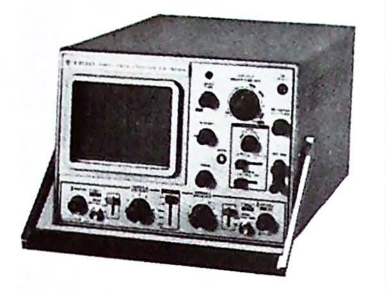


Messgeräte

CS-1560A

130 mm Zweikanal-Triggeroszillograf
DC – 15 MHz/10 mV

DM 1440,78



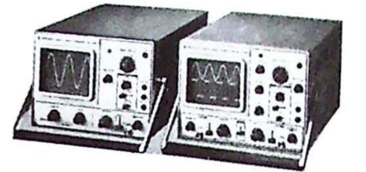
- 130 mm Bildschirm
- Automatische Ablenkung „Auto FREE RUN"
- Anzeigedarstellung CH1; CH2; DUAL; ADD; SUB
- X/Y-Betrieb über CH1 und CH2 mit voller Empfindlichkeit

Bandbreite:	DC bis 15 MHz (–3 dB)
Eing.-empfindlichkeit:	10 mV/Teil bis 20 V/Teil
Eingangsimpedanz:	1 MOhm/22 pF
Anstiegzeit:	23 nsec
Überschwingungen:	3 nsec
Ablenkzeiten:	0,5 nsec/Teil bis 0,5 sec/Teil
Dehnung:	x 5
Linearität:	besser als 3%
Eichgenerator:	1 Vss; 1 KHz Rechtecksignal
Helligkeitsmodulation:	20 Vss
Bildschirm:	130 mm; Phosphor P 31
Netzanschluß:	100/120/220/240 V. 50/60 Hz. 23 W
Abmessungen:	260 x 190 x 385 mm (B x H x T)
Gewicht:	8,4 kg

CS-1559/CS-1562

130 mm Zweikanal-Triggeroszillograf
DC bis 10 MHz/10 mV

CS-1559 .... DM 943,50
CS-1562 .... DM 1165,50



- 130 mm Bildschirm
- Automatische Ablenkung (Auto-FREE-RUN)
- Anzeigedarstellung CH1; CH2; DUAL (nur CS 1562)
- Volle Empfindlichkeit bei XY-Betrieb (nur CS 1562)

Bandbreite	DC bis 10 MHz (–3 dB)
Eingangsempfindlichkeit	10 mV/Teil bis 20 V/Teil
Eingangsimpedanz	1 MOhm/22 pF
Anstiegzeit	35 nsec
Überschwingungen	3%
Ablenkzeiten	1 nsec/Teil bis 0,5 sec/Teil
Dehnung	x 5
Linearität	besser als 3%
Eichgenerator	1 Vss Rechteck Netzfrequenz
Helligkeitsmodulation	5 Vss
Bildschirm	130 mm, Phosphor P 31
Netzanschluß	100/120/220/240 V. 50/60 Hz. 20 W
Abmessungen	260 x 190 x 375 mm (B x H x T)
Gewicht	8,5 kg

FC-754 250-MHz-Frequenzzähler

DM 998,–

DL-703 Digitales Multimeter

DM 449,55



- 3 1/2 stellige Anzeige
- Großer Anzeigenbereich
- Automatische Nullpunktkorrektur
- Polaritätsautomatik

Funktionen	Gleichspannungen, Gleichstrom, Wechselspannungen, Widerstand
Bereiche	DC-V 2/20/200/1000 V AC-V 2/20/200/ 350 V DC-A 200 mA Ohm 0,2/2/20/200 KOhm; 2/20 MOhm
Polarität	automatisch
Überbereichsanzeige	Blinken aller Stellen
Anzeigenmethode	7-Segment-LED, max. Anzeige 1999 (ausgenommen DC bis 1000 V; AC bis 350 V)
Genauigkeit	+ 0,3% der Anzeige + 0,15% des Bereiches (DC)
Abmessungen	210 x 70 x 150 mm (B x H x T)
Gewicht	1,2 kg

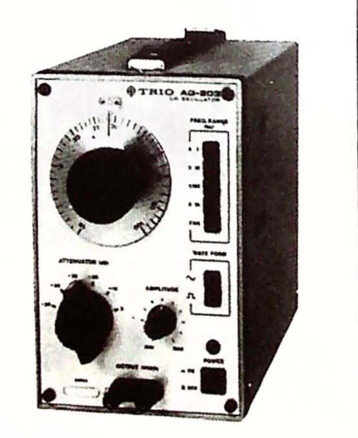
SM-301

FM-MPX-Stereo-Signalgenerator

DM 774,78

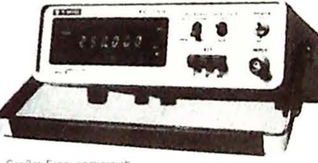
AG-203

DM 460,65



- Sinus- und Rechtecksignale
- Stabilisierte Ausgangsspannung
- Großer Frequenzbereich
- Niedriger Klirrfaktor

Frequenzbereich:	10 Hz bis 1 MHz
Klirrfaktor:	0,1%
Ausgangsspannung:	7 Veff bei Sinus, 10 Vss bei Rechteck
Ausgangsimpedanz:	600 Ohm
Abschwacher:	6-fach in 10-dB-Stufen und Feineinstellung
Netzanschluß:	100/120/220/240 V 50/60 Hz 4,5 W
Abmessungen:	128 x 190 x 240 mm (B x H x T)
Gewicht:	2,9 kg



- Großer Frequenzbereich
- Hohe Empfindlichkeit
- Helle 6-stellige Anzeige
- Modernste MSI/LSI Bausteine
- Quarzzeitbasis

Funktion:	Frequenzmessungen, 6-stellige mit LED Ziffern, Anzeigespeicher und Dunkelsteuerung der nicht benutzten Ziffern
Frequenzbereich:	100 Hz bis 250 MHz
Torzeiten	10 msec + 1 sec
Empfindlichkeit	50 mV
Zeitbasis:	1 MHz Quarzfrequenz, Stabilität 1×10^{-6}/Monat
Netzanschluß	100/117/230 V 50/60 Hz 22 W
Abmessungen	210 x 70 x 280 mm (B x H x T)
Gewicht	3,0 kg

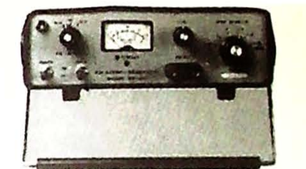
SG-402

HF-Signalgenerator

DM 233,10

- Großer Frequenzbereich
- Übersichtliche Skala
- AM-Modulationsmöglichkeit
- Kompakte Bauweise

Frequenzbereich	100 KHz bis 30 MHz in 6 Bereichen
Ausgangsspannung	0,1 Veff
Int. Modulation	400 Hz, 40% Modulation
Externe Modulation	1,5 Veff, 50 Hz bis 10 KHz
Netzanschluß	100/117/230 V 50/60 Hz 3 W
Abmessungen	186 x 131 x 220 mm (B x H x T)
Gewicht	2,2 kg



- Hohe Übersprechdämpfung
- Vorverzerrungsumschaltmöglichkeit
- Interne oder externe Modulation

Übersprechungsdämpfung bei Stereo-Modulation	40 dB bei 100 Hz bis 10 KHz
Int. mod. Frequenz	CH L 1 KHz, CH R 1 KHz oder Netz
Ext. mod. Freq. ber.	50 Hz bis 15 KHz
Vorverzerrung	50 usec oder 75 usec
Ausgangsimpedanz	600 Ohm
Pilotfrequenz	10 KHz
38 KHz Unterdrückg	besser als 40 dB
FM Oszillator Freq.	85 MHz/98 MHz + 2 MHz
Netzanschluß	100/117/230 V 50/60 Hz 5 W
Abmessungen	210 x 70 x 280 mm (W x H x D)
Gewicht:	2 kg

AG-202A

NF-Generator

DM 277,50

- Großer Frequenzbereich
- Sinus- und Rechtecksignale
- Stabilisiertes Ausgangssignal

Frequenzbereich	20 Hz bis 200 KHz in 4 Bereichen
Ausgangsimpedanz	600 Ohm
Ausgangsspannung	Sinus 10 Veff, Rechteck 10 Vss
Sinus Klirrfaktor	0,5% (50 Hz bis 100 KHz)
Rechteckabweichung	max. 10% Dachschräge, max. 3% Überschingung
Netzanschluß	100/117/230 V 50/60 Hz 5 W
Abmessungen	186 x 131 x 220 mm (B x H x T)
Gewicht	2,8 kg

JB ELECTRONIC - VERTRIEB - GROSSHANDEL

Funk- Meß- und Transistorgeräte-Vertrieb — FS-Kameras

6250 Limburg/Lahn 3
Telefon (0 64 31) 86 68

Japanimport-Europaexport

Preise einschließlich Merwertsteuer ● Mindestauftrag DM 20,– ● Versand per Nachnahme ● Porto und Verpackungsanteil bis DM 100,– Bestellwert DM 3,50, bis 500,– Bestellwert DM 5,90, über DM 500,– Bestellwert DM 6,90 Ab DM 1000,– Bestellwert Porto- und Verpackungskosten frei ● Angebote freibleibend

SECUTRONIC Udo Voit Ing. grad.
Elektronik-Versand: Postfach 694 5300 Bonn Bad Godesberg

Bausätze nach P.E.

Aus PE-Heft 1:

FBI-Sirene
sämtliche Bauteile einschl. Lautsprecher 1W/8 Ohm sowie Befestigungsmaterial, ohne Gehäuse nur .... DM 13,90
PE-Platine .... DM 4,35
Kompl. Bausatz .... DM 18,25

Elektro-Toto-Würfel
sämtliche Bauelemente einschl. IC-Fassungen ohne Gehäuse nur .... DM 15,80
Teko P/2 Gehäuse .... DM 4,20
Frontplatte dazu bedr. + gebohrt DM 11,90
PE-Platine .... DM 6,60
kompletter Bausatz .... DM 38,50

PE-Transitest
Bauteilsatz mit IC-Fassung und 4,5V Batterie ohne Gehäuse nur .... DM 12,80
Teko P/2 Gehäuse .... DM 4,20
bedr. und gebohrte Frontplatte DM 11,90
PE-Platine .... DM 6,75
kompl. Bausatz .... DM 35,65

Aus PE-Heft 2:

Carbophon
sämtliche Bauteile einschl. Lautsprecher + Schieberegler, o. Gehäuse .... DM 24,90
PE-Platine .... DM 6,30
passendes Gehäuse .... DM 5,80
kompl. Bausatz .... DM 37,00

Spannungsquelle
alle Bauteile einschl. Trafo Stufenschalter + Kühlkörper ohne Gehäuse .... DM 40,90
Teko P/3 Gehäuse .... DM 5,85
Frontplatte dazu (bedr. und gebohrt) DM 15,90
PE-Platine .... DM 11,60
kompl. Bausatz .... DM 74,25

PE-Testy
sämtliche Bauelemente lt. Stückliste in PE-Heft 2 zusammen o. Gehäuse nur DM 2,95
Gehäuse Teko P/2 .... DM 4,20
dazu passende Frontplatte mit Druck und Bohrungen .... DM 11,90
kompl. Bausatz .... DM 19,05

Aus PE-Heft 3:

Die totale Uhr
Bauteilsortiment lt. Stückliste in PE 3 DM 87,50
PE-Platine DK a/b .... DM 19,60
Gehäuse Teko Typ 333 .... DM 10,65
Frontplatte gebohrt und bedr. + Rückplatte .... DM 22,00
Kompletter Bausatz .... DM 139,75

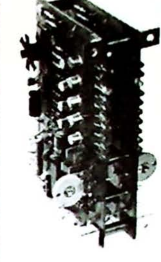
Die Kassette im Auto
Bauteilsortiment .... DM 3,90
PE-Platine KS a .... DM 3,25
Gehäuse Teko P/1 .... DM 3,00
Kompletter Bausatz .... DM 10,15

Aus P.E.-Heft 4:

Code schloß
Bauteilsortiment lt. Stückliste in PE 4 DM 21,60
PE-Platine ES-a .... DM 7,15
Frontplatte gebohrt und bedruckt DM 14,20
Kompl. Bausatz .... DM 42,95



50-Watt-Verstärker
Bauteilsortiment incl. Netzteil lt. Stückliste in PE-3 DM 109,00
PE-Platine PA a DM 10,95
Frontplatte für 19" Gehäuse FP-PA-a .... DM 11,15
(Schwarze Schrift auf eloxiertem Aluminium)
FN-PA-a .... DM 11,15
Moderner Stil schwarze Fläche mit Silberschrift



LED-VU-Meter
Bauteilsortiment lt. Stückliste in PE 4 ... DM 23,50
PE-Platine ... DM 9,35
Frontplatte für 19" Gehäuse FP-VU-a ... DM 11,65
(Schwarze Schrift auf eloxiertem Aluminium)
FN-VU-a ... DM 11,65
Moderner Stil schwarze Fläche mit Silberschrift.



Tremolo *NEU*
Bauteilsortiment lt. Stückliste in PE 5 ... DM 43,50
PE-Platine ... DM 13,85
Frontplatte für 19" Gehäuse FP-TR-a DM 15,35
(Schwarze Schrift auf eloxiertem Aluminium)
FN-TR-a ... DM 15,35
Moderner Stil schwarze Fläche mit Silberschrift.
Durch Ergänzung lt. PE 6 zum elektronischen Lesley ausbaufähig

Aus PE-Heft 5:

Minimix



Bauteilsortiment lt. Stückliste in PE 5 ... DM 39,90
PE-Platine MM-a DM 12,90
Frontplatte gebohrt und bedruckt ... DM 17,90
TEKO 334 DM 13,20
Kompl. Bausatz DM 83,80
Einführungspreis DM 79,90

Puffi
Bauteilsortiment lt. Stückliste in PE 5 ... DM 3,70
PE-Platine BU a DM 6,40
Gehäuse P/1 ... DM 3,00
Kompl. Bausatz DM 13,10
Einführungspreis DM 12,50

PE-Mikro-Service
Mikro-Hauptplatine MI a DM 8,50
Mikro-Trimmerplatine MI b ... DM 4,95
Bauteilsortiment 3 Trimmer, Widerst., incl. Platine MI-b 1/2 ... DM 5,95
Bauteilsortiment Mikro-1 Blinker incl. Platine) DM 13,50
Super Mikro 1 DM 19,80
Bauteilsortiment Mikro-2 (Signalhorn) incl. Platine DM 19,90
Super Mikro 2 DM 00,00
Super-Mikro-Sortimente enthalten Lötstützpunkte als Stecker und farbige Steckbare Leitungen zum problemlosen Experimentieren!

***NEU* Aus diesem Heft:**
TV-Tonkoppler
Bauteilesortiment DM 29,90
Platine DM 12,55
Signal-Tracer
Bauteilesortiment DM 22,30
Platine DM 13,85
Leslie
Platine einschl. Baut. DM 8,40
Platine einzeln ... DM 6,35
Frontplatte schwarz/silb. Schrift DM 9,00
Frontplatte silber/schwarze Schrift DM 9,00

Jetzt auch Ladengeschäft!
electronic-hobby-shop
Kaiserstr. 20
5300 Bonn

Neu Neu Neu
Der **Armbandrechner** als Bausatz
Folgende Funktionen
4 Grundrechenarten,
%-Automatik, 1 X,
u. a. m. 5 Funktionsspeicher.
Ausf. Montage- und Bauanleitung
Nur **DM 79,00** zuzügl. **DM 3,00** für Porto und Verpackung



Postvertriebstück
Gebühr bezahlt

-G 4460 FX-

DERPE-VERLAG-GMBH
Postfach 1366
5063 Overath

-Adreßaufkleber-

